



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente
FARENA

TRABAJO DE DIPLOMA

ESTUDIO DE TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS, CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE *Ochroma lagopus* Sw. A NIVEL DE VIVERO Y PLANTACION

AUTOR: Br. Donald Fernando López Bravo

ASESOR: MSc. Javier Antonio López

**Managua Nicaragua
Octubre 2000**

PRESENTACION

Esta tesis de graduación del Ing. Donald Fernando López Bravo, se realizó con la tutoría de los profesores MSc. Javier Antonio López y José Rene Ayerdis, con la asistencia técnica del Área de Humedales y Zonas Costeras de la oficina para Meso América de la Unión Internacional para la Naturaleza (UICN – HORMA) en el marco del sub programa de investigación del proyecto **Conservación y Desarrollo Sostenible en el Refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos y el Monumento Nacional Archipiélago de Solentiname**”, que la Asociación de Cooperación Rural en África y América Latina (ACRA), realizó entre 1997 y el 2000 con financiamiento de la Unión Europea.

INDICE

	Pag
Contenido	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Indice general	i
Indice de cuadros	ii
Indice de figuras	iii
Indice de anexos	iv
Resumen	v
Summary	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
General	2
Específicos	2
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Rendimiento y crecimiento	4
2.2. Descripción de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw.	5

2.2.2. Distribución	6
2.2.3. Condiciones medioambientales	7
2.2.4. Tratamientos pre germinativos	7
2.2.5. Silvicultura	8
2.3. Utilización	9
2.4. Establecimiento y construcción del vivero	10
2.4.1. Construcción del vivero	11
2.4.2. Instalación del vivero	11
2.4.3. Localización de bancales	11
2.5. Rasgos a evaluar durante la etapa de vivero	11
2.6. Diseño de bloques completamente al azar	13
III. MATERIALES Y METODOS	14
3.1. Descripción del sitio	14
3.2. Características biofísica	14
3.2.1. Ubicación, topografía y relieve	14
3.2.2. Clima	14
3.2.3. Vegetación	14
3.2.4. Geología y litología	15
3.2.5. Zona climática y zona de vida	15
3.2.6. Suelos	15
3.2.6.1. Usos	16
3.3. Proceso metodológico	16
3.3.1. Area de estudio	16
3.3.2. Descripción del material experimental	18
3.3.3. Descripción del estudio	18
3.3.3.1. Tratamientos pre germinativos	18
3.3.3.2. Diseño del experimento	19
3.3.3.3. Mediciones dasométricas	23
3.3.3.4. Cuantificación de biomasa	23
3.3.3.5. Supervivencia en vivero y plantación definitiva	24

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Tratamientos pre germinativos	26
4.2 Etapa de vivero	27
4.2.1. Crecimiento e incremento en altura para el tratamiento No 1	27
4.2.2. Crecimiento e incremento del diámetro para el tratamiento No 1	28
4.2.3. Crecimiento e incremento del tratamiento No 4	30
4.3. Mediciones de biomasa	32
4.3.1. Determinación del peso seco	32
4.3.2. Determinación del peso fresco	34
4.4. Crecimiento en etapa de vivero	36
4.5. Modelos de regresión	41
4.6. Supervivencia en etapa de vivero	43
4.7. Supervivencia en plantación definitiva	44
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. BIBLIOGRAFÍA	51

DEDICATORIA

A mis Padres:

María Angelina Bravo de López.

Y

Simeón López Martínez

Por ser quienes después de Dios me han orientado y apoyado económicamente y moralmente para hacer realidad este sueño.

A mis hermanos:

Isabel, Petrona, Juanita, Sonia, y María de los Angeles.

A Modesto, Francisco, José, y Noel (q ,e ,p ,d), todos de apellidos López Bravo.

Todos ellos contribuyeron de forma directa e indirecta para culminar mis estudios, de los que en todos momentos necesite un apoyo, moral, económico siempre estuvieron presente.

AGRADECIMIENTO

En primer instancia agradezco a Dios por darme la fortaleza, fe y capacidad necesaria para lograr mi formación profesional.

De igual forma quiero agradecer al Proyecto de Asociación de Cooperación Rural para América Latina y África (**ACRA**), con especial mención a su director Juan Antonio Ricci por las gestiones y financiamientos necesarios para lograr la realización de la Tesis.

También agradezco con sinceridad y gratitud al MSc José René Ayerdis Berrios Catedrático de la Universidad Nacional Agraria (**UNA**), por su conducción y asesoramiento oportuno para hacer realidad esta Tesis, además al apoyo brindado por el MSc Javier Antonio López Vice Decano de FARENA.

Va mi agradecimiento a todas aquellas personas que directa e indirectamente contribuyeron a hacer realidad este trabajo.

Índice de cuadro

No.	Pag
Cuadro. 1 Distribución azarizada de los tratamientos con sus respectivas repeticiones establecidas en la parcela útil del vivero de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. En la isla Elvis Chavarria.	22
Cuadro. 2 Análisis de Varianza para los tratamientos pre germinativo aplicados a la <i>Ochroma lagopus</i> Sw.	26
Cuadro. 3 Crecimiento en altura y diámetro de los mejores tratamientos (enmiendas orgánicas).	28
Cuadro. 4 Incremento en altura y diámetro de los mejores enmiendas Orgánicas.	29
Cuadro. 5 Peso seco en gramos por planta de raíz, tallo, hojas y total por tratamiento.	32
Cuadro. 6 Peso verde en gramos, por planta, de raíz, tallo, hojas y total Por tratamiento.	34
Cuadro. 7 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en altura de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw A los 15 días después de siembra.	36
Cuadro. 8 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en diámetro de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 15 días después de siembra.	36
Cuadro. 9 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en altura y de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 30 días después de siembra.	37
Cuadro. 10 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en diámetro de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 30 días después de siembra.	37
Cuadro. 11 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en altura de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 45 días después de siembra.	38
Cuadro. 12 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en diámetro de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 45 días después de siembra.	38
Cuadro. 13 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en altura de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 60 días después de siembra.	39
Cuadro. 14 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en diámetro de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 60 días después de siembra.	39
Cuadro. 15 Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento en altura de la <i>Ochroma lagopus</i> Sw. A los 75 días después de siembra.	40

Cuadro. 16	Análisis de Varianza (ANDEVA) del crecimiento del diámetro de la <i>Ochroma lagopus Sw.</i> A los 75 días después de siembra.	40
Cuadro . 17	Modelo de regresión cuadrático aplicado a la altura del tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10 estiércol. Solentiname 1999.	41
Cuadro . 18	Modelo de regresión cúbico aplicado al diámetro del tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10 estiércol. Solentiname 1999.	41
Cuadro. 19	Respuesta de la altura modelo cuadrático y el diámetro al modelo cúbico de la balsa <i>Ochroma lagopus Sw.</i> bajo el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10 estiércol. Solentiname 1999.	42
Cuadro. 20	Comportamiento de la mortalidad de la balsa <i>Ochroma lagopus Sw</i> en el vivero por tratamiento y repetición.	44
Cuadro. 21	Comportamiento de la mortalidad de la <i>Ochroma lagopus Sw</i> en el vivero por tratamiento y tiempo de medición.	45
Cuadro. 22	Grado de mortalidad de la <i>Ochroma lagopus Sw</i> , un mes después de haberse establecido en la plantación definitiva, por tratamiento y repetición.	46
Cuadro. 23	Sobrevivencia al final del estudio de la <i>Ochroma lagopus Sw</i> para cada uno de los tratamientos.	47
Cuadro. 24	Plagas que se presentaron en el desarrollo y crecimiento de la <i>Ochroma lagopus Sw.</i>	48

Indice de Figura

No.	Pag
Figura. 1 Grafico de incremento en altura A e incremento en diámetro B durante la etapa de vivero. Solentiname 1999.	30
Figura. 2 Grafico A altura media con respecto al tiempo de medición (días) y B diámetro medio con respecto al tiempo de medición (días) para el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol. Solentiname 1999.	31
Figura. 3 Comparación de peso seco de la raíz, tallo y hojas por tratamiento.	33
Figura. 4 Comparación de la Biomasa (gr) total por tratamiento a los 75 días de crecimiento.	33
Figura. 5 Peso verde en gramos de raíz, tallo y hojas por tratamiento a los 75 días.	35
Figura. 6 Peso verde (gr) total por tratamiento a los 75 días de crecimiento.	35
Figura. 7 Respuesta de la altura A (modelo cuadrático) y el diámetro B (modelo cúbico) de la balsa <i>Ochroma lagopus</i> , bajo el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol. Solentiname 1999.	43

Indice de Anexos

Anexo.1 Análisis del modelo de regresión lineal y la prueba de Duncan para los diferentes tratamientos pregerminativos, aplicados a las semillas de balsa *Ochroma lagopus Sw.*

Anexo. 2 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura en los primeros 15 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 3 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro en los primeros 15 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 4 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura en los primeros 30 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 5 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro en los primeros 30 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 6 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura a los 45 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 7 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro a los 45 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 8 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura a los 60 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 9 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan el diámetro a los 60 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 10 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura a los 75 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 11 Análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro a los 75 días después de la siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

Anexo. 12 Aplicación del modelo de regresión cuadrático para la altura del tratamiento numero uno.

Anexo. 13 Aplicación del modelo de regresión cúbico para el diámetro del tratamiento numero uno.

Anexo. 14 Formato utilizado para la evaluación del crecimiento de la balsa en vivero.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de tratamientos pre germinativos, crecimiento y rendimiento de la balsa *Ochroma lagopus* Sw en vivero y plantación definitiva, mediante la determinación del mejor tratamiento pregerminativo, mejor enmienda orgánica, identificación de plagas y enfermedades, sobrevivencia en vivero y plantación definitiva; desarrollando una metodología a nivel de vivero y otra en plantación definitiva.

Se encontró que los mejores tratamientos pre germinativos aplicados a la *Ochroma lagopus* Sw fueron: escarificar la testa de las semillas, luego sumergirlas en agua hirviendo a 100 grados centígrados por espacio de 1 minuto, dejándola reposar en agua a temperatura ambiente por 24 horas; y sumergir las semillas a 100 grados centígrados por espacio de 3 minutos, dejándola reposar en agua 24 horas. Con estos tratamientos se obtuvieron porcentaje de germinación del 87 % y 85 % respectivamente.

Con un nivel del 10 % de estiércol en el sustrato utilizado en las bolsas, se obtuvieron los mejores resultados en crecimiento, biomasa, y sobrevivencia de la balsa (*Ochroma lagopus* Sw) en vivero y plantación definitiva. El estiércol al 10% multiplicó por dos el rendimiento del estiércol al 20%, por tres al rendimiento de la mezcla (tierra zapote + estiércol), por cinco al rendimiento del guano (tierra zapote) y por siete al rendimiento del testigo.

A nivel de vivero en la primera medición (15 DDS) el crecimiento promedio en altura fue de 9.12 mm en diámetro fue de 1.05 mm. Para el mejor tratamiento (70% tierra + 20% arena + 10% estiércol) el crecimiento en altura fue de 10 mm y en diámetro 1mm. En la segunda medición (30 DDS) el crecimiento en altura fue de 29.3 mm y en diámetro fue de 2.21 mm. Para el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol el crecimiento promedio en altura fue de 32 mm y 2 mm en diámetro. En la tercera medición el crecimiento fue de 148.23 mm y en diámetro fue de 4.86 mm. Para el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol el crecimiento fue de 204 mm en

altura y 6 mm en diámetro. Para la cuarta medición (60 DDS) el crecimiento en altura fue de 465.36 mm y 6.05 mm en diámetro. El mejor tratamiento (70% tierra + 20% arena + 10% estiércol) el crecimiento en altura fue de 630 mm y en diámetro fue de 8 mm. En la ultima medición (75 DDS) el crecimiento en altura fue de 793.7 mm y en diámetro fue de 7.99 mm respectivamente. Para el mejor tratamiento (70% tierra + 20% arena + 10% estiércol) el crecimiento de la altura fue de 1068 mm y en diámetro fue de 10 mm.

Las plantas presentaron una vigorosidad muy buena (8 mm de diámetro al final del ensayo), y el tratamiento que produjo mayor cantidad de Biomasa fue el compuesto 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol, con 14.50 gr de peso seco y 127.17 gr de peso fresco respectivamente.

Las plagas que se presentaron en el vivero fueron: la Babosa *Vaginulus plebejus* (5 % de afectación) y la Esperanza verde *Schistocerca pecifrons* (2% afectación), mientras que en plantación definitiva fue el *Atta cephalotes* (7 % afectación).

A nivel de vivero se obtuvo una sobrevivencia de 90 % y mortalidad de 10 %, en plantación definitiva 82 % de sobrevivencia y 18 % de mortalidad. Al final del estudio se obtuvo un 74 % de sobrevivencia y 26 % de mortalidad.

SUMMARY

The primary goal of this research was to evaluate the behavior of a pre-germinative treatment, growth and yield of the plant *Ochroma lagopus Sw* in nursery and in the field through identifying the best pre-germinative treatment and compost, plague and sickness, the percentage of survivors at the nursery and in the field that brought about methodologies development in the nursery stage and in the field.

It was found out that the best pre-germinative treatments applied to the *Ochroma lagopus Sw* were as follows: scarifying the seed testae, sinking them in boiling water at 100 degree centigrade for about 1 minute, and leaving them into the water with a room temperature for about 24 hours; and sinking the seeds at a temperature of 100 degree centigrade for about 3 minutes, leaving them in the water for 24 hours. As a result of these treatments the germination percentages were 87% and 85% respectively.

Using 10 % of compost out of the material used in the plastic boxes brought about the best results in growing, biomass, and at the survival rate of the plant (*Ochroma lagopus Sw*) in nursery and in the field. The yield of compost at 10% was double higher than at 20%, it was three times higher than using the mixture of fertilizer and compost, and five times higher than using only the fertilizer (tierra zapote), and seven times higher than the control's yield.

At seedling level, in the first evaluation 15 Days After Sowing (DAS), the average growth was 9.12 mm in height and 1.05 in diameter. Under the best treatment (70% soil + 20% sand + 10% compost) the growth was 10 mm in height and 1 mm in

diameter. In the second evaluation 30 (DAS) the growth was 29.3 mm in height and 2.21 mm in diameter. With the treatment (70% soil + 20% sand + 10% compost) the average growth was 32mm in height and a 2mm in diameter. In the third evaluation the growth was 148.23 mm height and 4.86 mm diameter. Using the treatment (70% soil + 20% sand + 10% compost) the growth was 204 mm height and 6 mm in diameter. At the fourth measurement 60 (DAS) the average growth was 465.36 mm in height and 6.05 mm in diameter. The best treatment (70% soil + 20% sand + 10% compost) the growth was 630 mm in height and 8 mm in diameter. At the last evaluation 75 (DAS) the growth was 793.7 mm in height and 7.99 mm in diameter. With the best treatment (70% soil + 20% sand + 10% compost) the growth was 1068 mm and the diameter reached 10 mm.

The plants showed very good strength (8 mm diameter at the end of the research). The first treatment (70% soil + 20% sand + 10% compost) was the one that produced the biggest Biomass, 14.50 grams of dry weight and 127.17 of green weight.

he plagues that appeared at the seedling stage were the Slug *Vaginulus Plebejus* (5% of damage) and the Spur-throated grasshopper *Schistocerca Pecifrons* (2% of damage); and the plague at the plantation was the *Atta Cephalotes* (7% of damage).

At the seedling stage there was a 90% survival rate and a 10 % mortality rate, and in the fields there was a 82 % survival rate and 18% mortality rate. At the end of this research 74% of plants survived and 26% died.

I. INTRODUCCIÓN

Las semillas de muchos árboles forestales germinan sin problema cuando están sujetas a condiciones favorables de temperatura y humedad. Aquellas semillas viables que no germinan bajo tales condiciones son consideradas latentes. La latencia se manifiesta en una germinación demorada y variable, hasta la falla completa. bajo condiciones naturales las semillas de balsa (*Ochroma lagopus Sw*), presenta porcentaje de germinación bajo, debido a la dureza de la cubierta externa de la misma, por lo cual se hace necesario aplicar técnica de ruptura de latencia. El crecimiento es un proceso fisiológico muy complicado y depende de la mayoría de los otros procesos que tienen lugar en una planta como son: fotosíntesis, respiración, absorción de agua y de sustancias nutritivas minerales etc. generalmente se les define como un aumento irreversible de volumen que puede o no estar acompañado de un incremento de materia seca.

La finalidad del estudio es conocer la dinámica biológica de la balsa en etapa de vivero y a nivel de plantación un mes después de establecida. Esta dará respuesta a la necesidad del productor para obtener resultados positivos en la producción de plantas en menor tiempo y de mejor calidad, considerando los recursos disponibles, con que cuenta la zona, sin hacer uso de productos químicos, los cuales son costosos y contaminan al medio ambiente.

Para tal caso en la ejecución del experimento se utilizan diferentes tratamientos pre germinativos y enmiendas orgánicas de bajos costos, con el fin de evaluar y valorar el grado de incidencia de estos en la producción y sobrevivencia de las plantas.

La importancia del estudio, radica en la economía de los pobladores del Archipiélago de Solentiname, debido a que la madera se utiliza como fuente de materia prima para la elaboración de artesanías de gran calidad y valor comercial muy admirada por turistas nacionales y extranjeros. Además se pretende aprovechar la madera de la balsa en un futuro de forma semi industrial, debido a las propiedades físico – mecánicas que presenta tal especie.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el comportamiento de tratamientos pre germinativos, crecimiento y rendimiento de la balsa *Ochroma lagopus Sw* en vivero y plantación definitiva.

Objetivos Específicos

Determinar el mejor tratamiento pre germinativo para la balsa en vivero.

Determinar el efecto de diferentes enmiendas orgánicas en el crecimiento e incremento de la balsa.

Monitorear algunas variables dasométricas como: altura de plántula y diámetro basal.

Evaluar indicadores de biomasa y calidad de plántulas tales como: índice de vigor, peso seco de la raíz, peso seco foliar, peso seco total e índice de sanidad.

Identificar plagas y enfermedades de la balsa *Ochroma lagopus Sw* en la etapa de vivero y plantación definitiva.

Determinar la sobrevivencia de la balsa *Ochroma lagopus Sw* en la etapa de vivero y en un corto periodo (un mes) en el sitio de la plantación.

HIPOTESIS

Hipótesis nula

Algunos tratamientos pre germinativos y enmiendas orgánicas no tienen efectos significativos sobre la rapidez de germinación, crecimiento y rendimiento respectivamente de la balsa.

Hipótesis alternativa

Algunos tratamientos pre germinativos y enmiendas orgánicas tienen efectos significativos sobre la rapidez de germinación, crecimiento y rendimiento respectivamente de la balsa.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Rendimiento y Crecimiento

El crecimiento es el incremento gradual de un organismo, población u objeto en un determinado periodo de tiempo. El crecimiento acumulado hasta una edad determinada representa el rendimiento a esa edad. El crecimiento de los árboles individuales está influido por sus características genéticas y su interrelación con el medio ambiente factores climáticos, suelos y topográficos, cuya suma representa el concepto de calidad de sitio (Mensura Forestal 1997).

Los árboles manifiestan varias características comunes de crecimiento. Por ejemplo, todos ellos crecen en altura y en diámetro. El alargamiento del eje cilíndrico de un árbol es atribuible a la división y expansión de las células en muchos puntos terminales de crecimiento (llamados meristemo apicales). Tal crecimiento llamado primario, ocurre en todo el fuste, ramas y puntas de las raíces. El crecimiento en el diámetro de los tallos y las ramas es atribuible a la división y la expansión de las células de una capa de cambium, localizada entre la corteza y la madera (Bonner, J; Galston, A.W. 1967).

La materia orgánica consiste en restos de plantas y animales, los cuales al descomponerse devuelven al suelo los nutrientes que utilizaron para su crecimiento; al quemarlos se pierden muchos nutrientes en especial el nitrógeno que es un elemento fundamental de las plantas. (Vega, Corea, E ; Vansintjan, G. 1992).

La incorporación de la materia orgánica estimula la microbiología del suelo, protege de la erosión, aumenta la retención de agua, aporta nutrientes de acción prolongada, estabiliza al suelo frente a la compactación y mejora la estructura del suelo; por lo cual está siendo considerada en los últimos tiempos como una estrategia práctica para contrarrestar el problema de la fertilización química en lo referente a precios y uso indiscriminado (Mojica 1978).

Según su origen los abonos orgánicos se clasifican en vegetales, animales y mixtos (Casaya 1965) y se han empleado como materia primas: granos, estiércol de ganado, gallinaza, estiércol porcino y sub productos animales tales como: sangre seca, cenizas de huesos, desperdicios de pescadería, orina, residuos vegetales (cáscaras, semillas y cenizas) higuierilla, broza de café etc. (Salcedo y Barreto, S.F.).

2.2 Descripción de la *Ochroma lagopus* Sw.

2.2.1 Biología de la *Ochroma lagopus* Sw.

Lamprech, (1990) afirma que *Ochroma lagopus* Sw. muestra un crecimiento sorprendentemente rápido en la juventud, esto explica que en el bosque natural esta especie alcance a los 7 años su altura final, la cual en condiciones medioambientales favorables es de unos 20 m y en condiciones desfavorables es de 12 m. El incremento diamétrico se reduce notoriamente a partir de los 10 años de edad y prácticamente concluye cuando los árboles llegan a unos 20 años, a esa edad la especie escasamente sobrevive.

Incremento en altura y diámetro de *Ochroma lagopus* según la edad.*

EDAD (años)	ALTURA M	DAP (cm)
1	2	11
2	5	15
3	7	20
4	9	25
5	11	30
6	12	35
7	13	40
8	14	45
10	16	53
12	18	60
15	19	65

* Tomado de Lamprech (1990)

Esta especie conserva plenamente su poder germinativo al menos por un año y a menudo por lapsos más prolongados. Casola, citado por Lamprech (1990) informa que la semilla de *Ochroma lagopus* Sw. germinó en un herbario después de 49 años de almacenamiento. Investigaciones del autor demostraron que la germinación de las semillas de esta especie es

estimulada por el calor o sea que el reposo de las semillas es interrumpido por el calentamiento. A este fenómeno se debe que en superficie recién quemadas rápidamente se establece una densa regeneración.

Ochroma lagopus Sw, es una especie que se encuentra en las etapas iniciales de la sucesión en los bosques secundarios, esta característica ecológica ha sido aprovechada para producir madera de forma sostenible. En la finca de Tirimbina en Costa Rica produce de manera sostenible carbón de algunas especies pioneras a través de cortas periódicas a talarrosa. (Lamprech, 1990).

Esta especie siempre verde alcanza alturas de 18 a 24 mt y de DAP de 30 a 50 cm y tiene un fuste limpio de ramas en 8 a 10 m de su altura. La copa es amplia y esta poco ramificada. La corteza es de color gris a blanquizco, suave, bastante gruesa y acuosa. Las llamativas hojas son grandes, longipecioladas, simples y pueden llegar a medir más de 40 cm de largo por 30 cm de ancho. Las flores precoces (de 3 – 4 años) son grandes de color blanco y se caracterizan por su largo estambres espiralados, florecen en Enero, la polinización la realizan insectos nocturnos . El fruto es una cápsula dehiscente de aproximadamente 14 a 20 cm de largo, que al madurar las semillas se abre en 5 valvas, liberando un algodón parduzco, al cual se encuentran adheridas numerosas semillas ortodoxas de 4 x 1.5 mm de tamaño, con un extremo acuminado, la germinación de las semillas es epígia, se inicia de 5 – 7 días después de la siembra y finaliza de los 12 a 20 días después (Instituto Forestal Latinoamericano. 1988).

2.2.2 Distribución

Se desarrolla en sitios con elevaciones bajas a medianas, con climas húmedos a muy húmedos. Su distribución corresponde a la América Tropical. requiere plena exposición al sol por lo que está limitada a sitios húmedos y claros del bosques. (Salas 1993).

El área de su distribución natural abarca desde 19° N hasta los 20° S, cubriendo extensas regiones de Centro y Sudamérica Tropical, desde el sur de México hasta Bolivia y Perú. *O. lagopus* Sw se encuentra además en las Antillas y en las Islas de las Indias Occidentales. Su distribución altitudinal alcanza desde 0 hasta 1000. Actualmente también es plantada en

algunos países de Asia (India y Malasia) y de África (Zimbabwe, Camerún, el Oriente de África, etc), principalmente entre 100 y 500 m. (Lamprech,1990).

2.2.3. Condiciones medioambientales

Ochroma lagopus Sw, requiere generalmente una precipitación de aproximadamente de 1500 a 3000 mm anuales y una temperatura entre 22 a 27° C. La especie tolera periodos de sequía con una duración de hasta 4 meses, solo cuando la humedad atmosférica no es menor de 75 % bajo condiciones normales. Los requerimientos edáficos son excepcionalmente altos. Un crecimiento optimo solamente se produce en suelos profundos de origen aluvial, con buena aireación y en ningún caso anegado o bien en suelos arenosos o levemente arcillosos, producto de la meteorización de rocas ricas en bases. Debido a los altos requerimientos de luz de *Ochroma lagopus Sw*, la repoblación natural en el bosque es impedida. En cambio, en grandes claros de origen natural o antropógeno, en superficies quemadas, en suelos aluviales recientes, etc. está pionera por excelencia presenta una abundante regeneración natural y a menudo forma allí extensos suelos puros. (Lamprech 1990).

2.2.4. Tratamientos Pre-Germinativos

La especie es heliófita de crecimiento muy rápido y fructifica por primera vez entre los 3 y los años 5 de edad. El peso de mil semillas es de aproximadamente 10 gr (100.00 semillas /Kg.). Después de la cosecha, la tasa de germinación de la semilla sin tratar es del 10%. Para mejorar el porcentaje de germinación se recomienda los siguientes procedimientos, ya aplicados exitosamente en la práctica:

1. Las fibras algodonosas, parecidas al Kapok se eliminan mecánicamente mediante el aporreo de los sacos con semillas; luego se sumergen en agua hirviendo, se apaga la fuente de calor y se deja enfriar en el agua durante unos 15 minutos. La siembra se debe realizar inmediatamente después. (Lamprech 1990).

2. Las semillas adheridas al algodón son esparcidas en un tamiz metálico, hasta que formen una capa delgada. El calibre de la malla del tamiz corresponde aproximadamente al tamaño de la semilla. Para eliminar las fibras que son de fácil combustión, se les prenden fuego y de esta manera, el material es liberado por la quema y cae a través del tamiz en un recipiente con agua. También en este caso la siembra debe ser realizada inmediatamente después del tratamiento. (Lamprech 1990).
3. La eliminación mecánica de las fibras algodonosas (parecidas al Kapok) mediante escarificación con lija, luego se sumergen en agua hirviendo durante un minuto, se apaga la fuente y se deja enfriar en el agua durante veinticuatro horas. La siembra se realiza inmediatamente después de aplicado el tratamiento. (Trujillo 1995).

2.2.5 Silvicultura

Las plantas jóvenes de *Ochroma lagopus Sw* son extremadamente susceptibles a los daños en las raíces, por lo cual a menudo se aplica a la siembra directa como método de regeneración. Para ello la superficie debe estar bien preparada y libre de maleza. El distanciamiento entre los hoyos de la siembra es de 3 x 3 m y en cada uno de ellos se siembran aproximadamente 15 semillas. Posteriormente, las plantas son raleadas, hasta dejar sólo una de ellas en cada hoyo. Si después de la siembra al voleo la vegetación rastrera es quemada, no es necesario un tratamiento previo de la semilla. En la fase inicial del desarrollo es imprescindible el cuidado intensivo de la plantación, especialmente el combate regular de las malezas (plantas enredaderas).(Lamprech 1990).

En el vivero, las plantas se cultivan en contenedores llenados con tierras arcillosa-arenosa; la semilla sólo se cubre lentamente. La germinación ocurre después de 10 días.

Aproximadamente a los 3 meses de edad, cuando el material tiene una altura de 20 a 25 cm, se planta a una distanciamiento de 4 x 4 a 5 x 5 m (Lamprech 1990).

Para la plantación hay que considerar que si bien la balsa requiere plena luz desde arriba, también tolera o hasta demanda el sembrado lateral, tal como se produce en los claros y en las aperturas de dosel en el bosque. A la edad, de 4 años el número de más de 625 árboles/ha debe ser reducido aproximadamente a 400. En el raleo hay que tener sumo

cuidado para no causar daños a los individuos remanentes; las heridas incluso las causadas por podas, casi no sanan. El enorme crecimiento juvenil de esta especie se reduce considerablemente entre los 7 a 12 años de edad. A partir de entonces la madera también comienza a desarrollar el duramen y adquirir mayor densidad, con lo cual pierde parte de las características que la hacen adecuada para usos especiales. El turno de arboricultivos de balsa generalmente es de 7 a 8 años. Después que la balsa es aprovechada, la quema de los desperdicios normalmente se establece una regeneración natural satisfactoria. (Lamprech 1990).

Ochroma lagopus Sw tiene la capacidad de producir la apreciada madera liviana sólo en los suelos de mejor calidad. La plantación en sitios desfavorables y también las lesiones causadas a los árboles conducen a la producción de madera relativamente pesada y de baja calidad. Hasta ahora no se han observado daños o enfermedades de importancia económica en plantaciones de esta especie. Sin embargo, generalmente se considera que la balsa es muy susceptible al ataque de hongos y de insectos. (Lamprech 1990).

2.3 Utilización

La albura es ancha y de color casi blanco, el duramen de color blanco a marrón y muy suave. La madera se compone básicamente de celulosa pura. La densidad de la madera es de aproximadamente 0.07 a 0.15 gr/cm³, pero en árboles viejos puede llegar hasta el triple. La madera casi no se puede cepillar, no sostiene clavo ni tornillos. En cambio en encolado y la impregnación no presentan dificultades. Posee una resistencia mecánica relativamente elevada, la cual aún aumenta al disminuir la temperatura. Por esta razón, es altamente adecuado como material aislante y de embalaje. Se utiliza especialmente para el modelaje, para embalajes especiales y como sustituto del corcho en los chalecos y las balsas salvavidas. El algodón del fruto tiene una utilidad parecida al Kapok de *Ceiba pendantra* aunque es de menor calidad. (Lamprech 1990).

La balsa también es apropiada para la producción de pulpa de papel, su fibra es muy larga y produce una pulpa muy valiosa, con un rendimiento de 45 a 50 %. Además, la celulosa cruda es fácil de blanquear (Lamprech 1990).

La balsa se utiliza para la construcción de boyas para redes de pesca, en la construcción de aviones, juguetes, para redes de pesca y cajas livianas. De la corteza fibrosa que contiene taninos, se hacen sogas. En algunas partes como en el Sur de Florida se utiliza como árboles ornamentales por sus hojas y flores grandes. (Salas 1993).

2.4 Establecimiento y Construcción del Vivero.

Según Trujillo la buena elección del sitio, depende en buena medida el éxito o el fracaso que pueda tener el vivero. Como criterio básico deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

Agua:

Disponibilidad de agua durante todo el año, abundante y de buena calidad.

Inclinación del Terreno:

La inclinación del terreno debe ser la menor posible, para facilitar todas las labores culturales, la inclinación ayudará a evitar la formación de agua estancada.

Suelos:

El suelo deberá ser preferiblemente suelto, tener un buen drenaje de las aguas de lluvias y de riego.

Protección del Sitio:

El local deberá tener buena iluminación y estar protegido de los vientos, ya que este tiene incidencia directa sobre las plántulas. Cuando el viento es fuerte y sostenido, puede provocar torceduras e inclinación en los árboles del vivero.

2.4.1 Construcción del Vivero.

El tamaño del vivero depende principalmente del número de plantas que se producen en cada cosecha, así como del tamaño de las bolsas que se usen en la producción. Cada vivero tiene un tamaño particular de acuerdo a sus características propias y no es posible fijar una norma sobre el tamaño máximo o mínimo debido a las múltiples características que le son propias. (Trujillo).

2.4.2 Instalación del Vivero.

Según la nota técnica No.28 de IRENA (Bauch, R. 1993), una vez elegido el sitio donde se instalará el vivero será necesario realizar las siguientes actividades:

- Limpieza del terreno.
- Cercado del Vivero.
- Nivelación y drenaje.
- Instalación de cortinas rompe vientos.

2.4.3 Localización de los Bancales.

Los Bancales serán contruidos perpendicularmente al camino principal, para permitir un flujo fácil en las salidas de las plantas y a favor de la pendiente para permitir un buen drenaje. El ancho de cada Bancal deberá ser de un metro y entre bancales de setenta centímetros. Son preparados a una profundidad de 10 cm en el suelo usando cerquillos de madera o alambre dulce. (Bauch, R. 1993).

2.5 Rasgos a evaluar durante la etapa de vivero.

Según Andrew (1979) deben evaluarse en el vivero las características de las plantas, puesto que deben ayudar a explicar variaciones en una etapa posterior (plantación definitiva). Así, el vigor en la edad temprana puede correlacionarse con supervivencia o

con el crecimiento logrado en el campo. En lo posible deben evaluarse los rasgos siguientes:

1. Peso medio de la semilla (expresado como peso de 1000 semillas).
2. Mediana del tiempo de germinación (o media aritmética), expresadas como las cantidades de plantas que germinan cada día.
3. Porcentaje de germinación, dentro de un periodo dado.
4. Altura de la plántula, medida en milímetro, esta medición puede hacerse de la cima del brote de la apical, en la punta de la hoja apical o cotiledón, etc. Se debe distinguir entre longitud del hipó cotilo y la longitud media del cotiledón.
5. Altura de la planta en el vivero medida en milímetro antes de ser transplantada.
6. Diámetro en el vivero, medido en milímetro, se utiliza un calibrador del tamaño adecuado para medir la base de la planta o por encima del cuello de la raíz. El diámetro debe medirse en el mismo momento que la altura en el vivero.
7. Supervivencia en el vivero, evaluado con 100 plantas por población.

Torres y Rojas (1989) y Andrew (1979) proponen que las variables a evaluar como indicadores de crecimientos y calidad de planta antes de ser trasladada a la plantación son las siguientes:

1. Índice de vigor: Expresadas como diámetro del cuello y medido en milímetros a final del experimento.
2. Peso seco de la raíz: Expresados en gramos y cuantifica la materia seca de las raíces después de la cosecha.
3. Peso seco foliar: Expresados en gramos y cuantifica la materia seca de tallo y hoja después de la cosecha.
4. Peso Seco Total: Expresados en gramos. Y es la suma de los componentes 2 y 3.
5. Altura: Se expresa en milímetros y es la altura máxima alcanzada por la planta.

6. Sobre vivencia: Indica el porcentaje de plántulas que sobreviven al final del ensayo.
7. Índice de Sanidad: Es un indicador subjetivo de la sanidad de la plántula basados en fitosanidad, color, tamaño y forma.

2.6 Diseño de Bloques Completamente al Azar

El diseño Bloques Completamente al Azar (B C A), este diseño no impone restricciones en la distribución de los tratamientos a las unidades experimentales y debido a su simplicidad es ampliamente usado. (Pedroza 1993). El B.C.A permite mayor flexibilidad es decir que se puede usar mayor numero de tratamientos y repeticiones, análisis estadístico sencillo, el numero de grados de libertad es el mayor posible y se puede utilizar cualquier sorteo.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del Sitio

El presente trabajo de investigación se realizó en la isla Elvis Chavarria, Archipiélago de Solentiname, ubicada dentro de la categoría de Área Protegida.

3.2 Características Biofísicas

3.2.1 Ubicación, Topografía y Relieve

El Archipiélago de Solentiname tiene una elevación de 40 – 60 m.s.n.m. y está ubicado entre los 11°10'15'' de latitud norte y los 85° 00'12'' de longitud oeste. El relieve es fuertemente ondulado y escarpado, constituido por cerros y cuevas aisladas. Las pendientes oscilan entre el 10 a 50 %. El tipo de paisaje identificado es islas volcánicas. Existe una consociación de suelos profundos, bien drenados, desarrollado a partir de rocas básicas (Catastro. 1978).

3.2.2 Clima

La temperatura media anual es de 28°C, siendo el mes más caluroso Abril donde se alcanzan temperaturas de hasta 35.4°C, y el mes más frío es Enero, donde las temperaturas llegan a alcanzar los 22°C. La precipitación anual varía de 1400 a 1800 mm, siendo Julio el mes más lluvioso y Marzo el mes más seco. La humedad relativa media anual es de 80% y la velocidad de los vientos varía de 1.5 a 7.5 Km /hora. (Catastro. 1978).

3.2.3 Vegetación.

La Vegetación que caracteriza a la zona de estudio son especies de bosque húmedos existiendo heliófitas y esciófitas. También existe un ciertas áreas de pasto, ya que la zona en parte es dedicada a la ganadería. (Catastro. 1978).

3.2.4 Geología y Litología

El Archipiélago de Solentiname pertenece a la Era Terciaria grupo Coyoil. Formado en un 49.9 % de material volcánico, rocas de basaltos, ignimbritas y tobas. (Catastro. 1978).

3.2.5 Zona Climática y Zona de Vida

Según el sistema de clasificación de zonas climáticas de Koeppen el Archipiélago de Solentiname pertenece a la zona tropical lluviosa, con estación seca definida, 1400 a 1800 mm. (Catastro 1978), de acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vidas de Holdrigd el Archipiélago de Solentiname es bosque húmedo premontano tropical. (Catastro. 1978).

3.2.6 Suelos.

La clasificación taxonómica es Udic argiustolls, con un epipedón mólico y horizonte argílico. Régimen de humedad údico. Son suelos minerales, profundos, bien drenados, que se encuentran es una etapa media de intemperización química con un perfil bien desarrollado y una secuencia de horizontes A, Bt, C de profundidades de 12-15 cm, 20 -25 cm y 50-70 cm respectivamente. La profundidad efectiva hasta donde se desarrollan las raíces es de 100 cm. (Catastro. 1978).

El horizonte A, es delgado (12 - 15 cms), arcillosos, colores pardos rojizos, oscuros (5YR2/2), bien estructurado. El horizonte B, argílico es delgado (20 - 25 cms). Arcillosos, color pardos, rojizos oscuros (5 YR 3/3), con películas de arcillas bien definidas en sus caras verticales y poco en sus caras horizontales, bien estructurados. El horizonte C, es grueso (50 -70 cms), arcillo limoso, colores pardos rojizos oscuros a rojo amarillento, (5YR 3/4 - 5/8) débilmente estructurado a masivo. (Catastro. 1978).

La materia orgánica es alta (6.17 %) en el horizonte A, y moderada (1.93%) en el horizonte B. La relación C/N es estrecha (8:1) en todo el perfil. La relación es medianamente ácida (PH 6.0 a 5.8) en el horizonte A y en el B. La capacidad de intercambio cationico (NHAOAc) es alta (110 a 195 miliequivalentes por 100 gramos de

arcillas) en todo el perfil. La saturación de base (suma) es alta (74-61%) en el horizonte A y en el B. El contenido de fósforo asimilable es alto (84-100 ppm), y el potasio es medio a alto (130 –500 ppm) en todo el perfil (Catastro. 1978).

3.2.6.1 Usos.

El uso potencial de los suelos en la actualidad es forestal dados las propiedades físico químicas que estos presentan y por el hecho de estar en la categoría de Area Protegida; habita de una gran diversidad de especie de flora y fauna , por lo cual se hace necesaria su protección y conservación; aunque en el pasado se utilizaban para granos básicos y ganadería. Suelos con pendientes de 5 a 15 %, eran aptos para la ganadería intensiva, pendientes del 15 a 30 % ganadería extensiva. La limitante de ellos es que tienen moderada pedregosidad en el perfil, son suelos superficiales o muy superficiales. (Catastro 1978).

3.3 Proceso Metodológico

3.3.1 Área de Estudio.

El estudio se realizó en la Isla Elvis Chavarria, tomando como referencia los criterios básicos establecidos por Trujillo y Bauch, R. 1993. El vivero se estableció en la propiedad del Señor Silvio Espinoza. desarrollándose las siguientes actividades:

- Elección del terreno para el vivero (10 Mayo 1999)
 - * terreno 5 % de pendiente, buen drenaje, cerca de la fuente de agua, sentido opuesto a la dirección del viento y de pedregosidad moderada.
- Preparación del terreno (11-13 Mayo 1999)
 - * limpieza, remoción de suelo, nivelación y diseño del bancal
- Preparación del Sustrato (14- - 16 Mayo 1999)
 - * transporte del material orgánico, picado y colado de sustrato

- * realización de las mezclas de acuerdo a cada tratamiento
- Llenado y Acomodado de bolsa (17-24 Mayo 1999)
 - * llenado y acomodado de las bolsas se realizó en base a la distribución azarizada de los tratamientos en la parcela útil.
- Siembra de Semillas pre germinadas (25 Mayo 1999)
 - * se realizó con la finalidad que todos los tratamientos tuvieran iguales condiciones de crecimiento.
- Cercado del Vivero con malla metálica (26 Mayo 1999)
 - * el cercado se realizó con malla ciclón con finalidad de proteger el vivero de factores externos.

Las semillas utilizadas para realizar la siembra en el vivero fueron sometidas a un solo tratamiento pre germinativo, con la finalidad de dar igual condición a todos los tratamientos y no provocar diferencia entre los tratamiento en la parcela útil. El que consistió en introducir la semilla en agua hirviendo (100°C) por espacio de 3 minutos y posteriormente dejarla enfriar por el lapso de 24 horas.

La segunda etapa corresponde a la plantación definida de las plantas producidas en el vivero. Establecidas en la propiedad de los siguientes productores.

- Señor Silvio Espinoza (Tratamiento 1, 2 y 3)
- Manuel Pineda (Tratamiento 4)
- Julio Pineda (Tratamiento 5 y 6)

La siembra de las plantas se realizó en los días 8 – 9 - 10 Agosto de 1999, desarrollándose las siguientes actividades.

- * limpieza del terreno, diseño, estaquillado y ahoyado del area de siembra.
- * transporte y siembra (2 X 3 mts) de las plantas provenientes del vivero.

3.3.2 Descripción del Material Experimental.

La semilla de la balsa (*Ochroma lagopus Sw.*) utilizadas en el estudio provenían de la Isla Elvis Chavarria, donde se realizó el Estudio de los tratamientos pre germinativos, crecimiento y rendimiento de la balsa en vivero y plantación definitiva.

3.3.3 Descripción del Estudio.

El estudio de la *Ochroma lagopus Sw.* abarca 4 etapas principales, los cuales se detallan a continuación.

3.3.3.1 Tratamientos Pre-germinativos.

- 1) Las semillas se sumergieron en agua hirviendo (100°C), por espacio de 1 minutos, se apaga la fuente de calor y se deja enfriar en el agua 15 minutos, luego se trasladaron a los germinadores.
- 2) Las semillas se sumergieron en agua hirviendo (100°C), por espacio de 3 minutos, se apaga la fuente de calor y se deja enfriar en el agua 45 minutos, luego fueron trasladada a los germinadores.
- 3) Escarificación con lija hasta que pierdan el brillo, luego se sumergió en agua hirviendo (100°C) 1 minuto, posteriormente se dejó reposar las semillas en agua 24 horas; Una vez concluidas las 24 horas se trasladaron a las germinadoras.
- 4) Tostamiento de la semilla por espacio de 20 segundos, luego se dejó reposar en agua a temperatura normal las semilla 24 horas, posteriormente se trasladaron en los germinadores.
- 5) Testigo (sin tratamiento pre germinativo).

Se utilizaron un total de 100 semillas por tratamiento, distribuida en 5 repeticiones de 20 semillas, por cada repetición, se contabiliza el número de semillas que germinaba cada día a partir del cuarto día, donde empezaron a germinar las semillas. Además se utilizó en los germinadores un medio de crecimiento similar en todos los tratamientos, el cual constituyo en una capa delgada de aserrín de 2 cms de grosor, con una humedad permanente producto de los riegos sistemáticos, por la mañana y por la tarde.

Para determinar la tasa de germinación se utilizó la siguiente formula.

Tasa de germinación: es la relación entre el numero de semillas germinadas y el total de semillas sometidas a la prueba. Se registró hasta los 20 días después de la siembra.

$$T.G = \frac{P * 100}{N}$$

P = numero de semillas germinadas.

N = numero de semillas sometidas a la prueba

TG = tasa de germinación

3.3.3.2. Diseño del Experimento.

En el estudio se utilizó el diseño Bloques Completamente al Azar (B C A), debido a que se ajusta a los requerimientos del estudio y permite tener mayor precisión de los resultados. Los compuesto orgánico usado en el estudio se escogieron en base a los siguientes criterios : son los que mas aportan nutrientes al suelo, propios de la zona , bajo costo y de fácil accesibilidad. El ensayo fue diseñado con 5 tratamientos con enmienda orgánica y 1 tratamiento sin enmienda orgánica (testigo) el cual servirá como elemento de comparación, con cuatro repeticiones o bloques, para un total de 24 unidades experimentales las cuales se distribuyeron de forma azarizada en la parcela útil (Cuadro 1). El vivero estuvo formado por 1 bancal de 9 mts de largo y 1.20 mts de ancho, con dirección

este – oeste. Conformado por 504 plantas, en la parcela útil y 296 plantas correspondiente a las dos hileras de borde de protección, en total se utilizaron 800 plantas. Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1) Estiércol de ganado (70 % tierra + 20 % arena + 10 % estiércol)
- 2) Estiércol de ganado (60 % tierra + 20 % arena + 20 % estiércol)
- 3) Mezcla tierra zapote + estiércol (70 % tierra + 20 % arena + 10 % de la mezcla en un 5 % y 5 % respectivamente)
- 4) Mezcla de tierra, zapote + estiércol (60 % tierra + 20 % arena + 20 % de la mezcla en un 10 % y 10 % respectivamente)
- 5) Tierra, zapote (Guano) (70 % tierra + 20 % arena + 10 % tierra zapote)
- 6) Testigo (sin enmienda orgánica).

Cada unidad experimental o tratamiento estuvo conforma de 21 plantas, en los bloques se distribuyeron al azar los cinco tratamientos y el testigo. Se establecieron dos hileras de plantas alrededor de la parcela útil. Además se cercó el área del vivero con malla metálica para evitar daños de agentes externos.

Cada bolsa (30 X 20 cms), que contenía una planta de la parcela útil, fue codificada de acuerdo a los tratamientos y repeticiones utilizando una cinta de color, colocada alrededor de la bolsa, la cual garantizó la buena lectura de las mediciones de altura y diámetro. El contenido de la humedad en las bolsas fue garantizando mediante riegos sistemáticos por la mañana y por la tarde.

El análisis estadístico se realizó empleando el Sistema de Análisis Estadístico (S.A.S) . específicamente el PROC, G L M de la siguiente manera:

```
Proc glm;  
Class Ferti;  
Models rend fertil;  
Means Fertil /Duncan a Tukey alpha 0.05;  
Run;
```

Este programa demostrara si existe o no diferencia significativo entre los tratamientos pre germinativos y en las enmiendas orgánicas.

Duncan separa las medias para cada tratamiento pre germinativo y enmienda orgánica.

Cuadro 1 *Distribución azarizada de los tratamientos con sus respectivas repetición establecidas en la parcela útil del vivero de la Ochroma lagopus Sw en la isla Elvis Chavarria. Solentiname 1999.*

T2R1
T4R1
(TESTIGO R1)
T3R1
T1R1
T5R1
(TESTIGO R2)
T5R2
T2R2
T3R2
T1R2
T4R2
T1R3
T3R3
(TESTIGO R3)
T5R3
T4R3
T2R3
T5R4
T2R4
(TESTIGO R4)
T4R4
T3R4
T1R4

3.3.3.3 Mediciones Dasométricas.

Las mediciones en el vivero se realizaron en el periodo de 2.5 meses, cada 15 días partiendo de la fecha de siembra que fue el 25 de Mayo de 1999.

El total de mediciones hechas fueron cinco, las cuales se detallan a continuación:

- Medición N° 1 08 de Junio de 1999.
- Medición N° 2 23 de Junio de 1999.
- Medición N° 3 08 de Julio de 1999.
- Medición N° 4 23 de Julio de 1999.
- Medición N° 5 07 de Agosto de 1999.

Las variables de medición fueron: Altura de las plántulas realizadas con un regla milimetrada, partiendo de la base al meristemo apical de la plántula. Diámetro de base de la planta realizadas con el Bernier, cuyos valores son dados en milímetros. El muestreo de plagas y enfermedades se realizaba al mismo tiempo que se evaluaban las variables de crecimiento pero con un formato diferente, constatando la presencia de algún daño o síntomas de alguna enfermedad en las planta.

3.3.3.4 Cuantificación de Biomasa

Newbould 1967 citado por López Larios. J. 1991 dice que para la estimación del peso de la Biomasa se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Cortar la planta y separar las diferentes partes que la integran.
2. Tomar las sub muestra y pesarla (raíz, tallo y hojas).
3. Las muestras fueron pesadas en fresco, secadas y pesadas nuevamente en seco.
4. Determinar el peso seco o real de cada componente.
5. Obtener relaciones entre peso seco y fresco de las muestras.

Para la medida de la Biomasa en el vivero, se escogieron de forma azarizada por cada tratamiento cuatro plantas en cada bloque, sumando 16 plantas por tratamiento. Este total se sometió nuevamente a la azarización, dejando 4 plantas para determinar el peso fresco y posteriormente el peso seco para cada tratamiento. El peso fresco de las raíces, tallo y hojas se determinaron en una pesa de precisión de forma separada para cada parte de la planta. El peso seco de las raíces, tallo y hoja se pesó de igual forma que en el peso fresco una vez que se sacaron en un horno eléctrico por espacio de 48 horas y una temperatura de 70°C. Los valores del peso fresco y seco fueron dados en gramos.

3.3.3.5 Sobrevivencia en vivero y plantación definitiva.

Uno de aspectos importante del estudio es conocer la sobrevivencia de *Ochroma lagopus* Sw en vivero y plantación. Por lo cual se llevó un control de las plantas muertas y vivas por cada tratamiento y repetición, cada vez que se realizaba una medición, para luego analizar la sobrevivencia al final del estudio.

Para la determinación de sobrevivencia a nivel de vivero se realizó el siguiente procedimiento.

1. Recuento de plantas muertas y vivas por tratamiento y repetición al momento de cada medición.
2. Sumatoria total por tratamiento y repetición.
3. Estimación promedia de plantas muertas por tratamiento, dividiendo este total de plantas muertas entre el número de repeticiones.
4. Para determinar el porcentaje de mortalidad, se divide la media entre el número de plantas por tratamiento, multiplicado por cien.

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{media de plantas muertas}}{\text{número de plantas por tratamiento}} \times 100$$

5. Del total de plantas por tratamiento, menos el porcentaje de mortalidad la diferencia corresponde al porcentaje de sobrevivencia por tratamiento.

6. La mortalidad y sobrevivencia global a nivel de vivero se determina mediante la sumatoria de los porcentajes de mortalidad o sobrevivencia de todos los tratamientos, dividiendo esta sumatoria por el numero de tratamiento.

Para la determinación de la mortalidad y sobrevivencia a nivel de plantación definitiva, se siguió el procedimiento utilizado a nivel de vivero lo único que varia es el numero de plantas por tratamiento, debido a los índice de mortalidad presentes en las distintas etapa del estudio.

Las plantas producidas en el vivero se sembraron en áreas cercanas al vivero. La plantación se estableció con una densidad inicial de 431 plantas. A un distanciamiento de siembra de 2 X 3 mts. Utilizando un área de 0.27/Ha, con una pendiente de 20 %.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Tratamientos pre germinativos

El análisis estadísticos nos indica que con una probabilidad del 1 % existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos pre germinativo debido a los distintos niveles de exposición de las semillas de balsa en agua hirviendo (100 grados centígrados) y al proceso de escarificación mecánica aplicado a uno de los tratamientos. (Cuadro. 2). El modelo de regresión lineal analizó en un 92.47 % las observaciones sometidas a análisis, el coeficiente de variación fue de 10.97 % el cual se considera de regular precisión (Anexo 1)

Cuadro 2. *Análisis de Varianza para los cinco tratamientos pre germinativos aplicados a las semillas de balsa (Ochroma lagopus Sw). Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal.	Fta
Tratamientos	4	506.64	126.66	61.46	0.0001 **
Error Experimental	20	41.200	2.0600		
Total	24				

La prueba de Duncan nos demuestra que existen dos tratamientos con mejores resultados, el numero 3 y numero 2, con un porcentaje de germinación media de 17.40 y 17.00 % comparando con un ensayo similar realizado en Costa Rica por Herrera y Alizaga (1995), los cuales obtuvieron un 68 % de germinación, los resultados obtenidos son superiores a los de Herrera y Alizaga ya que la germinación se incrementó en un 19 %, debido a que ellos utilizaron el agua caliente a una temperatura del 80 grados centígrados, lo anterior coincide con lo observado por Vásquez – Yánez 1976 citado por Torres. G y Rojas. F. 1989. quien menciona que en la *Ochroma lagopus* la germinación es favorecida por las fluctuaciones de temperatura, como ocurre con los árboles colonizadores de claros del bosque. Además comparando los resultados con el testigo (% germinación medio de 5.00) existe una diferencia de un 71 %, esto nos refleja que existe

4.2 Etapa de vivero

A través de la prueba de Duncan se determinó que existen dos tratamientos mejores, el tratamiento 1 y tratamiento 4 para lo cuál se analizó la altura de ambos tratamientos con el modelo de regresión Cuadrático y el diámetro con el modelo de regresión Cúbico, debido a que el crecimiento es alométrico o relativo sigue curvas exponenciales del tipo $Y = b X^k$, donde Y = serian la Altura y el Diámetro (variable dependiente) y b y k son constante, X = la edad (tiempo de medición) lo cual se puede notar en la Figura. 1A – 1 B.

4.2.1 Crecimiento e Incremento en Altura para el Tratamiento No .1

El crecimiento de la altura en la primera medición (15 DDS) osciló en un rango de 5 –15 mm, con un promedio de 10 mm (Cuadro 3). El incremento inicial promedio fue de 10 mm (Cuadro 4). En la segunda medición (30 DDS) el crecimiento en altura osciló en 20 – 55 mm, con un promedio de 32 mm (Cuadro 3) El incremento promedio fue de 22 mm o sea que la altura de las plantas se incremento en un 220 % en relación a la primera medición (Cuadro 4).

Para la tercera medición (45 DDS) el rango de crecimiento de la altura de las plantas osciló entre los 80 – 300 mm, con promedio de 204 mm (Cuadro 3). El incremento promedio fue de 172 mm, lo que equivale a un incremento en la altura de las plantas de 782 % en relación con la segunda medición (Cuadro 4) (Figura 1A). El alto nivel de incremento que se presentó en esta fecha se debe a la abundante precipitación ocurrida en esta fecha lo cual provocó que las enmiendas orgánicas fueran rápidamente asimiladas por las plantas. En la cuarta medición (60 DDS) el crecimiento de la altura osciló en un rango de 420 – 760 mm, con un promedio de 630 mm (Cuadro 3). El incremento promedio fue de 426 mm lo que representa un incremento en altura de las plantas de 248 % en relación a la tercera medición (Cuadro 4) (Figura 1A).

En la quinta medición el crecimiento de las alturas osciló en un rango de 620 - 1220 mm, con un promedio de 1068 mm (Cuadro 3). El incremento promedio fue de 438 mm lo que

equivale a un 103 % de incremento en relación a la cuarta medición (Cuadro 4) (Figura 1A).

Cuadro. 3 *Crecimiento en altura y diámetro de los mejores tratamientos (enmiendas Orgánicas) Sol entiname 1999.*

Valoraciones		Tratamiento 1		Tratamiento 4	
Periodo (días)	Estadístico	Altura (mm)	Dap (mm)	Altura (mm)	Dap (mm)
15	Media	10	1	9	1
	Moda	10	1	10	1
	Max	15	1.5	14	1.6
	Min	5	0.6	3	0.6
30	Media	32	2	31	2
	Moda	30	2	30	2
	Máx.	55	3.5	50	3.5
	Min	20	1.5	15	1.5
45	Media	204	6	168	5
	Moda	200	7	170	6
	Máx.	300	8	270	7
	Min	80	3	60	2.5
60	Media	630	8	540	7
	Moda	660	8	510	7
	Max	760	10	750	10
	Min	420	4	160	4
75	Media	1068	10	951	9
	Moda	1200	10	960	9
	Máx.	1220	14	1885	13
	Min	620	7	220	5

4.2.2 Crecimiento e Incremento del Diámetro para el Tratamiento No 1

El crecimiento e Incremento del diámetro de las plantas es menos observables a simple vista en comparación con la altura.

En la primera medición (15 DDS) el crecimiento del diámetro de las plantas anduvo en un rango de 0.6-1.5 mm, con una media general de 1mm (Cuadro 3). El incremento promedio inicial fue de 1mm (Cuadro 4) En la segunda medición (30 DDS) el crecimiento en diámetro de las plantas fue de 1.5 -3.5 mm, con una media general de 2 mm (Cuadro 3).

El incremento promedio fue de 1 mm o sea que se incrementó en un 100 % el diámetro en relación a la primera medición.

En la tercera medición (45 DDS) el crecimiento en diámetro se dio en un rango de 3 – 8 mm, con una media general de 6 mm (Cuadro 3). El incremento promedio fue de 4 mm o sea un 400 % de incremento en relación a la segunda medición (Cuadro. 4) (Figura 1B)

En esta fase es donde alcanza el mayor incremento en diámetro debido a que el abono orgánico es asimilado con mayor fluidez por los tejidos de las plantas. En la cuarta medición (60 DDS) el crecimiento en diámetro de las plantas se dio entre 4 –10 mm, con una media general de 8 mm (Cuadro. 3). El incremento promedio fue de 2 mm o sea un 200 % de incremento en relación con la tercera medición (Cuadro. 4) (Figura 1B). En la quinta medición (75 DDS) el crecimiento en diámetro de las plantas fue de 7 – 14 mm, con un promedio general de 10 mm (Cuadro 3). El incremento promedio fue de 3 mm o sea un 300 % de incremento en relación con la cuarta medición (Cuadro 4) (Figura 1B).

Cuadro 4 *Incrementos en altura y diámetro de las mejores enmiendas orgánicas.*
Solentiname 1999.

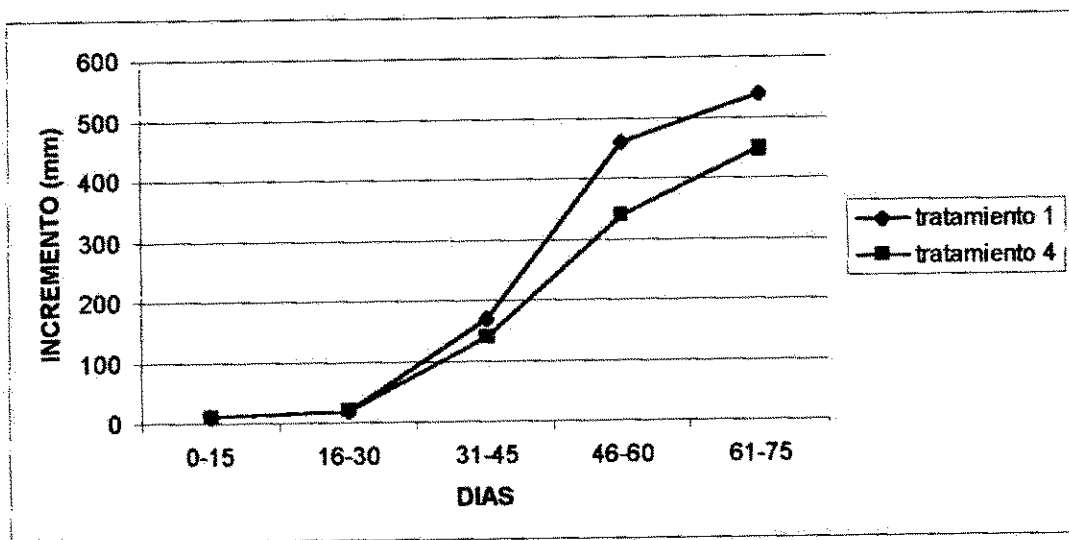
Valoraciones		Tratamiento 1		Tratamiento 4	
Periodo (días)	Estadístico	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Diámetro (mm)
0-15	Media	10	1	9	1
	Moda	10	1	10	1
15-30	Media	22	1	22	1
	Moda	20	1	20	1
30-45	Media	172	4	137	3
	Moda	170	5	140	4
45-60	Media	426	2	373	2
	Moda	460	1	340	1
60-75	Media	438	3	411	3
	Moda	540	2	450	2

4.2.3 Crecimiento e Incremento del tratamiento No. 4

El comportamiento del crecimiento e incremento de la altura y el diámetro del tratamiento No. 4 es muy similar a la del tratamiento No. 1 como se puede observar en los Cuadros 3 y 4., Figuras 1A, 1B , 2A y 2B.

Figura. 1 Gráfico de incremento en altura A e incremento B en diámetro, durante la etapa de vivero. Solentiname 1999.

A



B

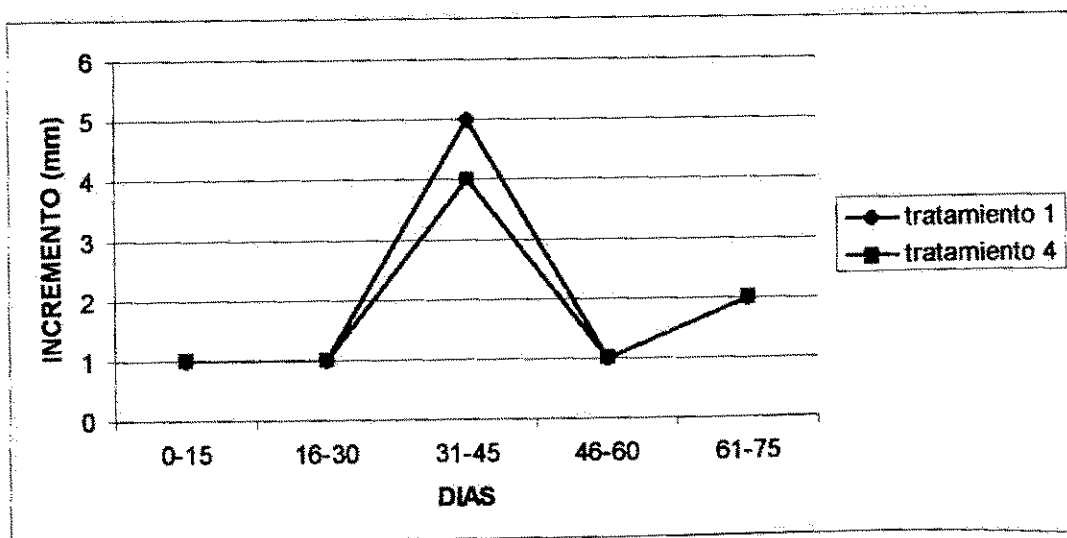
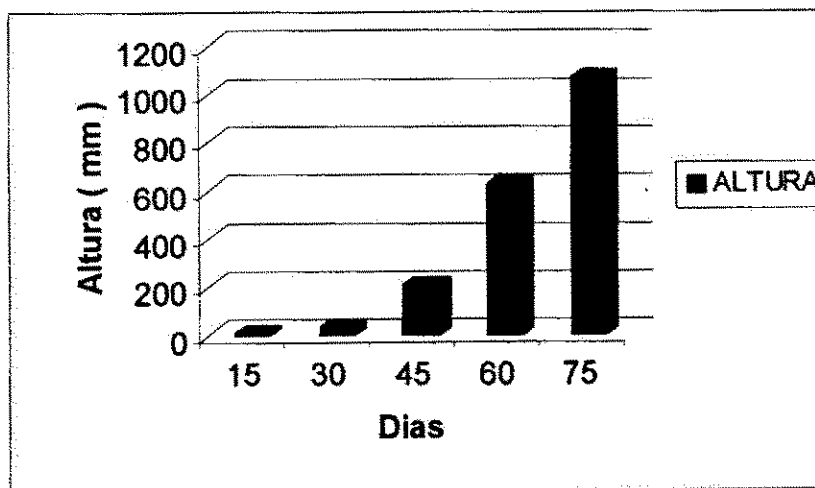
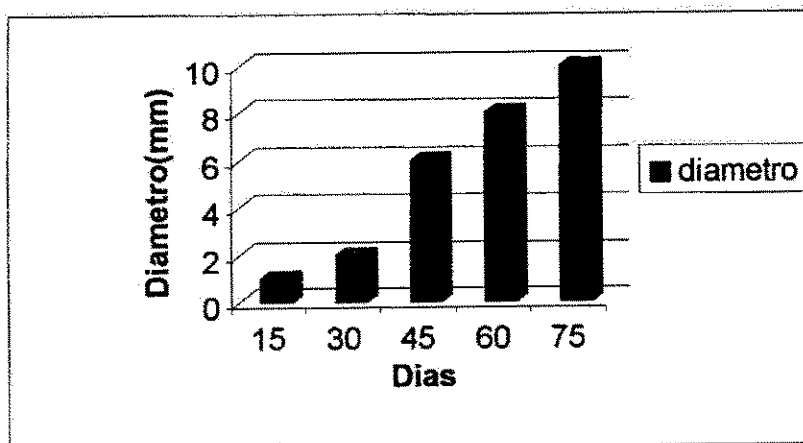


Figura 2 Gráfico A altura media con respecto al tiempo de medición (días) y B diámetro con respecto al tiempo de medición (días) para el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol. Solentiname 1999.

A



B



4.3 Mediciones de biomasa

4.3.1 Determinación del peso seco

De los cinco tratamientos con enmiendas orgánicas, el tratamiento numero 1 es el que presenta un valor mas relevante que los restante, con un peso seco total de 14.50 grs (Cuadro 5), sin embargo al comparar el tratamiento 1 con el testigo (2.50 grs de peso seco total), existe una diferencia de un 83 %, lo cuál nos indica que existe un efecto altamente significativo de las enmiendas orgánicas en la producción de biomasa. Los restante tratamiento se ubican en un punto intermedio, pero son superiores al testigo. Comparando el peso seco de cada una de las partes de las plantas, se deduce que existe una relación directamente proporcional de la cantidad de biomasa producidas en hojas y tallos (Figura 3).

Cuadro 5 *Peso seco en gramo por planta de raíz, tallo, hojas y total por tratamiento Solentiname 1999.*

Tratamiento	Raíz (grs)	Tallo (grs)	Hojas (grs)	Total
<i>Numero. 1</i>	2.00	6.25	6.25	14.50
<i>Numero. 2</i>	2.25	6.00	4.50	12.75
<i>Numero. 3</i>	1.75	5.50	5.25	12.50
<i>Numero. 4</i>	1.00	3.50	3.00	7.50
<i>Numero. 5</i>	0.75	2.50	2.25	5.50
<i>Testigo</i>	0.50	1.00	1.00	2.50
<i>Total</i>	8.25	24.75	22.25	55.25
<i>Media</i>	1.38	4.13	3.71	9.21

Figura 3 Comparación del peso seco de raíz, tallo y hojas por tratamiento.
Solentiname 1999.

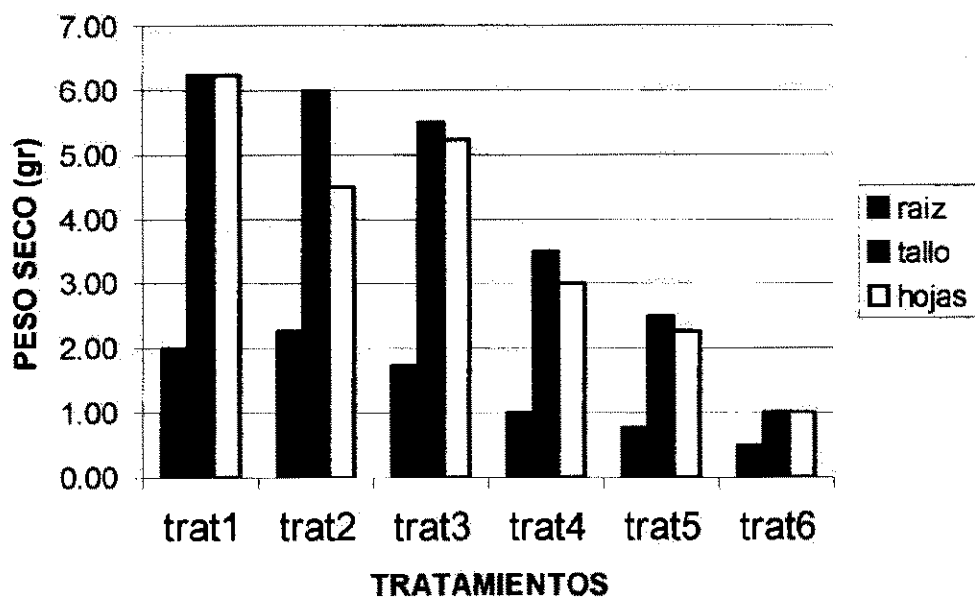
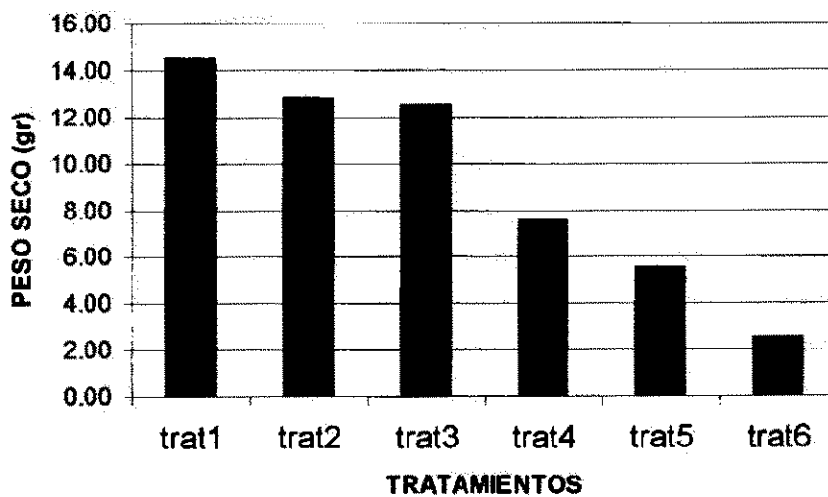


Figura 4 Comparación de la biomasa (gr) total por tratamiento a los 75 días de crecimiento. Solentiname 1999.



4.3.2 Determinación del peso fresco

En cuanto a la producción y rendimiento del peso verde de los cinco tratamientos con enmiendas orgánicas, el tratamiento 1 es el mejor con un peso fresco total de 127.71grs (Cuadro. 6), comparándolo con el testigo 55.34 grs de peso fresco total, existe una diferencia o incremento de un 57 %, debido al efecto del abono orgánico. En los totales del peso fresco de cada una de las partes de las plantas no existe una relación directamente proporcional entre la producción de hojas y tallo, como en el caso de los totales del peso seco en tallos y hojas. Esto se debe a que en el tallo existe una mayor cantidad de agua y de tejidos leñosos que le confieren al tallo una apariencia rígida, lignificada y con una densidad superior a las de las hojas.

Cuadro 6 *Peso verde en gramo, por planta, de raíz, tallo, hojas y total por tratamiento. Solentiname 1999.*

Tratamiento	Raíz (grs)	Tallo (grs)	Hojas (grs)	Total
<i>Numero. 1</i>	28.38	56.76	42.57	127.71
<i>Numero. 2</i>	28.77	57.29	39.02	125.08
<i>Numero. 3</i>	17.74	49.67	28.38	95.79
<i>Numero. 4</i>	24.83	53.21	39.03	117.07
<i>Numero. 5</i>	14.19	28.38	21.29	63.86
<i>Testigo</i>	12.77	24.83	17.74	55.34
<i>Total</i>	126.68	270.14	188.02	584.85
<i>Media</i>	21.11	45.02	31.34	97.47

Figura 5 Peso verde en gramos de raíz, tallo y hojas por tratamiento a los 75 días. Solentiname 1999.

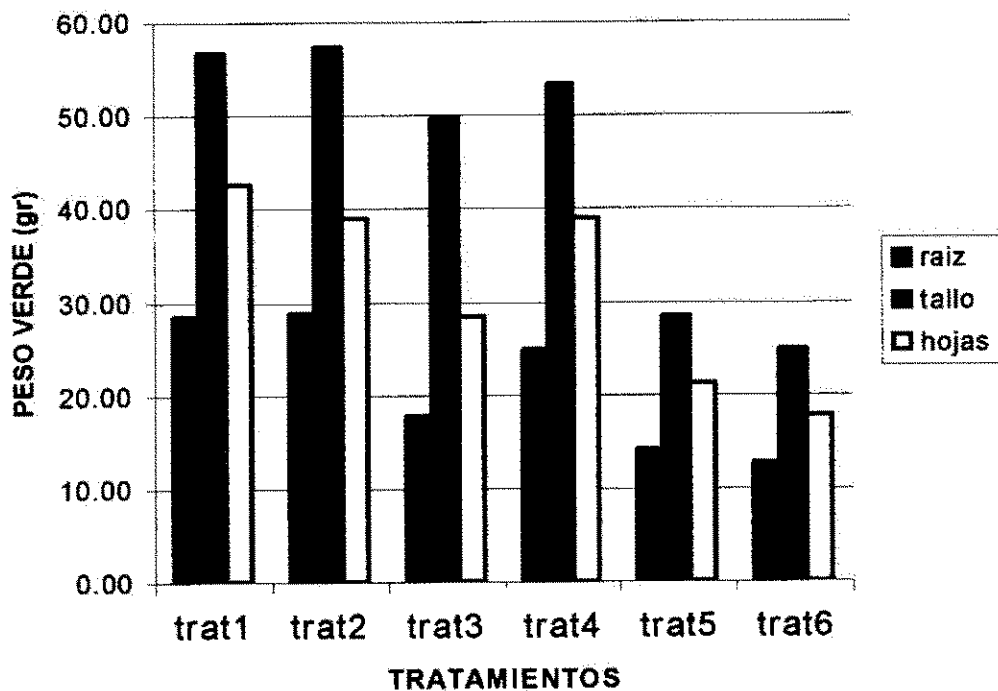
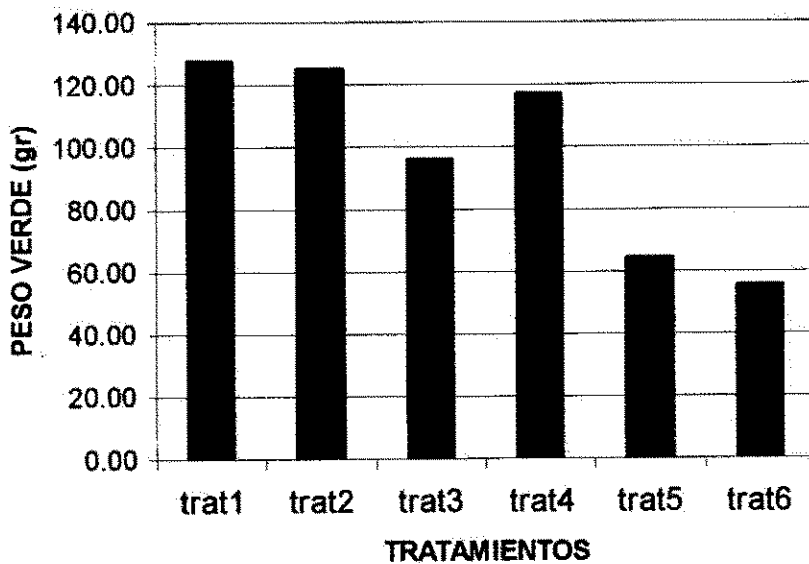


Figura 6 Peso verde (gramo) total por tratamiento a los 75 de días de crecimiento. Solentiname 1999.



4.4 Crecimiento en etapa de vivero

Para la primera medición (15 DDS), en altura el ANDEVA indica que existe una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, debido al efecto inicial de las enmiendas orgánicas (Cuadro. 7). El crecimiento presentó un rango de 9.52 – 8.44 mm y un promedio de 9.12 mm. El coeficiente de variación (C.V) fue de 25.16 % el cual se considera una precisión deficiente, siendo los tratamientos mejores el numero 1 y 6 según Duncan (Anexo 2).

Cuadro 7 *Análisis de Varianza del crecimiento en altura (variable dependiente) de la Ochroma lagopus Sw. a los 15 días después de siembra. Solentiname 1999.*

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	7.468	2.489	0.47	0.7017 n.s
Tratamientos	5	74.11	14.82	2.81	0.0162 *
Error Experimental	15	79.053	5.270		
Total	23				

En el diámetro existe una diferencia altamente significativa ($p > 0.01$) entre bloque, el cual se debió a que inicialmente hubo irregularidad en el manejo cultural. (Cuadro. 8). El crecimiento en diámetro se dio en los rangos de 1.08 – 1.02 mm y con un promedio de 1.05 mm. El C.V fue de 17.15 % el cual se considera de precisión deficiente.

Cuadro 8 *Análisis de Varianza del crecimiento en diámetro (variable dependiente) de la Ochroma lagopus Sw. a los 15 días después de siembra. Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	3.592	1.197	35.06	0.0001 **
Tratamientos	5	0.2871	0.057	1.6	0.1374 n.s
Error Experimental	15	0.1524	0.034		
Total	23				

Según el ANDEVA para la altura existe una diferencia altamente significativa ($p > 0.01$) entre bloques lo cual se debió a que inicialmente hubo una irregularidad en el mantenimiento cultural de bloques (Cuadro. 9). El crecimiento en altura osciló entre 30.53 – 27.17 mm, con un promedio de 29.31 mm, el coeficiente de variación tubo una buena precisión 6.77 % , siendo el tratamiento No 1 el de mejor promedio (Anexo 4).

Cuadro 9 *Análisis de varianza del crecimiento en altura (variable dependiente) para la balsa en la segunda evaluación (30 DDS). Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	79.92	26.63	6.76	0.0042 **
Tratamientos	5	34.15	6.83	1.73	0.1878 n.s
Error Experimental	15	59.13	3.94		
Total	23				

En el diámetro no existe diferencia significativa entre bloques ni entre tratamientos (Cuadro. 10). El crecimiento fue de 2.31 – 2.08 mm, con un promedio de 2.21mm, los tratamientos 1 y 3 fueron los mejores (Anexo 5).

Cuadro 10 *Análisis de varianza del crecimiento en diámetro (variable dependiente) para la balsa en la segunda evaluación (30 DDS). Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	0.238	0.079	2.09	0.144 n.s
Tratamientos	5	0.158	0.032	0.84	0.544 n.s
Error Experimental	15	0.569	0.037		
Total	23				

El análisis de Varianza para la tercera medición (45 DDS) en la altura indica que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, debido al efecto de los distintos niveles de enmiendas orgánicas así como la buena intensidad de precipitación ocurrida esa fecha. (Cuadro. 11). El crecimiento fue de 184.29 – 117.24 mm, con un

promedio de 148 mm. El C.V fue de 14.47 %, el tratamiento 1 y 4 fueron los mejores. (Anexo. 6)

Cuadro. 11 *Análisis de Varianza de la altura (variable dependiente) para la balsa a los 45 días después de siembra. Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	2088.31	696.10	1.51	0.252 n.s
Tratamientos	5	12983.00	2596.60	5.64	0.004 **
Error Experimental	15	6905.34	460.356		
Total	23				

En diámetro no hubo diferencia significativa entre los bloques ni entre los tratamientos (Cuadro. 12). El crecimiento fue de 5.53 – 4.37 mm, con un promedio de 4.86 mm, tratamiento mejor fue el número uno (Anexo 7).

Cuadro 12 *Análisis de Varianza para el diámetro (variable dependiente) de la balsa a los 45 días después de siembra. Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	0.680	0.226	0.79	0.520 n.s
Tratamientos	5	3.244	0.648	2.25	0.103 n.s
Error Experimental	15	4.333	0.288		
Total	23				

Para la cuarta medición (60 DDS) el ANDEVA nos dice que para la Altura no existe diferencia significativa entre bloques ni entre tratamientos (Cuadro. 13), los rangos de crecimiento se dieron entre 549 – 402 mm, con un promedio de 465.36 mm. El C.V fue de regular precisión (15.44 %), el tratamiento 1 fue el mejor según Duncan (Anexo 8).

Cuadro 13 *Análisis de Varianza de la altura (variable dependiente) para la balsa a los 60 DDS. Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	13033.12	4344.37	0.84	0.49 n.s
Tratamientos	5	65163.98	13023.7	2.52	0.075 n.s
Error Experimental	15	77497.63	5166.50		
Total	23				

En diámetro existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos debido a las variantes de las enmiendas orgánicas. (Cuadro. 14). El C.V fue de buena precisión (10.26 %), entre 7.06 – 5.31mm siendo los rangos de crecimiento para esta fecha, con un promedio l de 6.05 mm, Duncan refleja que el tratamiento 1 y 4 siguen siendo los mejores (Anexo 9).

Cuadro 14 *Análisis de Varianza para el diámetro (variable dependiente) para la balsa a los 60 DDS. Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	0.829	0.279	0.72	0.55 n.s
Tratamientos	5	7.634	1.526	3.95	0.017 **
Error Experimental	15	5.799	0.386		
Total	23				

Para la ultima medición (75 DDS) para el crecimiento en altura no existe diferencia significativa entre las fuentes de variación (Cuadro. 15). El crecimiento de altura fue de 907.14 – 675 mm con un promedio de 793 mm, siendo los mejores tratamientos en esta medición el numero 1 y 4 (Anexo 10).

Cuadro 15 *ANDEVA del crecimiento en altura (variable dependiente) de la balsa para la ultima medición (75 DDS). Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	60614.9	20204.99	1.45	0.267 n.s
Tratamientos	5	188800.4	37760.07	2.71	0.061 n.s
Error Experimental	15	208835.16	13922.34		
Total	23				

En diámetro no existe diferencia significativa entre bloques ni entre tratamientos (Cuadro. 16). El crecimiento osciló entre 8.99 – 6.95 mm, con un promedio de 7.99 mm. El C.V fue de 13.4 % siendo los tratamiento 1 y 4 los mejores (Anexo 11). Tanto para la altura y el diámetro no existió diferencia significativa debido a que las plantas ha esta fecha han alcanzado su máxima capacidad de crecimiento en vivero.

Cuadro 16 *ANDEVA del crecimiento en diámetro (variable dependiente) de la balsa para la ultima medición (75 DDS). Solentiname 1999.*

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Bloques	3	5.185	1.728	1.51	0.25 n.s
Tratamientos	5	13.49	2.698	2.36	0.09 n.s
Error Experimental	15	17.16	1.144		
Total	23				

4.5 Modelos de Regresión

Modelo cuadrático

$$\text{Altura (mm)} = 121.1458396 - 13.1560790 * \text{edad} + 0.3473012 * \text{edad}^2$$

En la altura existe una diferencia altamente significativa con respecto a la aplicación del modelo de regresión cuadrático (Cuadro 17). La edad explica en un 97 % la variación de la altura (Anexo 12).

Cuadro 17 Modelo de Regresión Cuadrático aplicado a la altura del tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol. Solentiname 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	2	58933312.16	29466656.08	5724.72	0.0001 **
Error Experimental	371	1909635.29	5147.26		
Total	373	60842947.45			

Modelo cúbico

$$\text{Diámetro(mm)} = 0.8598372109 - 0.0691433924\text{edad} + 0.0055988675*\text{edad}^2 - 0.0000399268*\text{edad}^3$$

En el diámetro existe una diferencia altamente significativa con respecto a la aplicación del modelo de regresión Cúbico (Cuadro 18). La edad explica en un 90 % la variación del diámetro (Anexo 13).

Cuadro 18 Modelo de Regresión Cúbico aplicado al tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol. Solentiname 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fcal.	Ftab.
Modelo	3	4451.73	1483.913	1155.52	0.0001 **
Error Experimental	375	481.57	1.2841		
Total	378	4933.31			

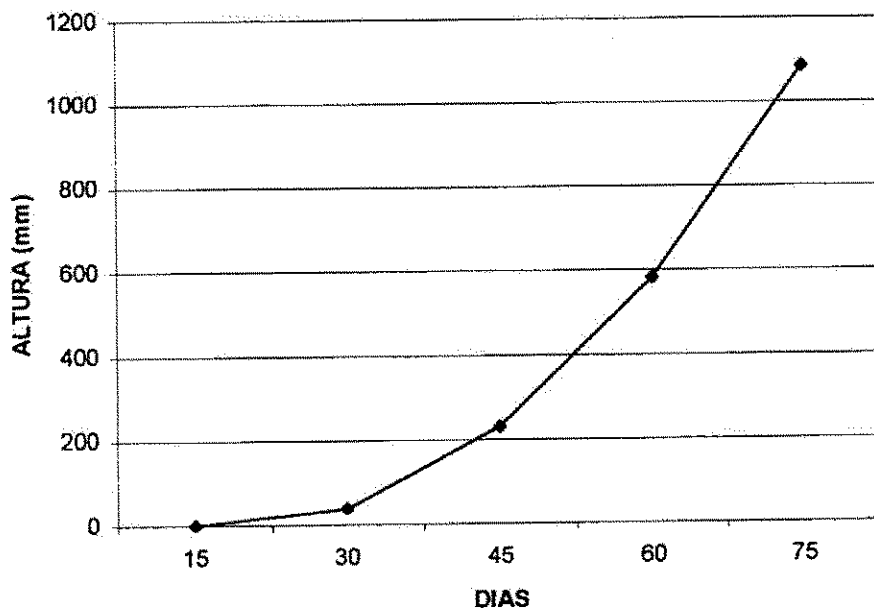
Cuadro 19 *Respuesta de la altura al modelo Cuadrático y el diámetro al modelo Cúbico de la balsa bajo el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol. Solentiname 1999.*

PERIODO (días)	ALTURA (mm) modelo cuadrático	DIAMETRO (mm) modelo cúbico
15	2	1
30	39	3
45	232	5
60	582	8
75	1088	10

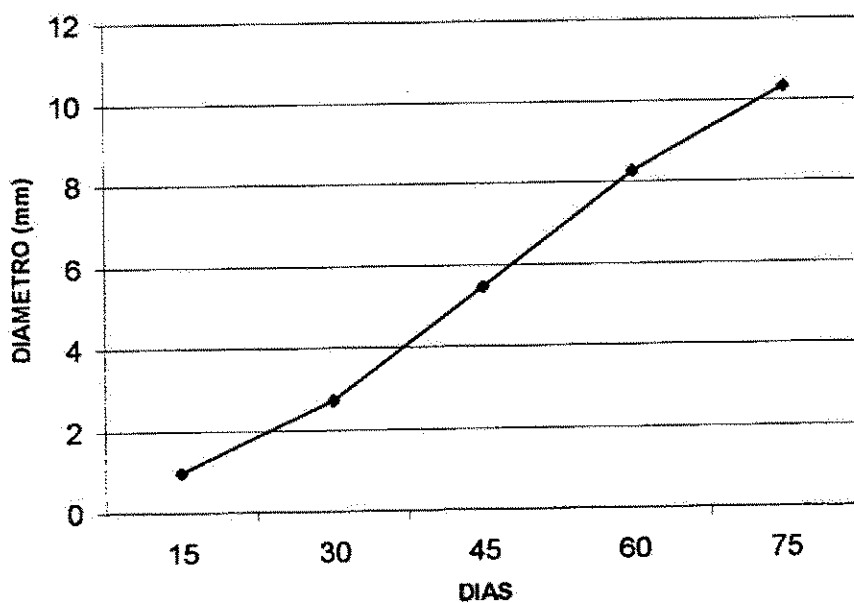
El cuadro 19, demuestra que el crecimiento tiene un comportamiento alométrico o relativo, ya que se va incrementando a medida que transcurre el tiempo, por el cual crecimiento inicial en ensayo realizado fue un poco lento, pero a medida que el tiempo transcurría y las enmiendas orgánicas se hacían asimilable para las plantas estas desarrollaban con una intensidad significativa, especialmente en la altura ya que en el diámetro no es tan observable el crecimiento a simple vista. Por ejemplo de los 15 – 30 días después de la siembra la altura se incremento 37 mm según el modelo de regresión cuadrático, siendo la fecha 60 –75 DDS la de mayor incremento (506 mm).

Figura 7 Respuesta de la altura A (modelo cuadrático) y el diámetro B (modelo cúbico) de la *O. lagopus Sw.* bajo el tratamiento 70% tierra + 20% arena + 10% estiércol. Solentiname 1999.

A



B



4.6 Supervivencia en Etapa de Vivero.

A través del Cuadro. 20 deducimos que la mortalidad de la *O. Lagopus Sw* se manifestó con mayor intensidad en el tratamiento No. 2 con un 18 %, debido al ataque de (Babosa) *Vaginulos plebejus* y (Esperanza verde) *Schistocerca piceifrons*. El de menor mortalidad fue el tratamiento No. 5 con 5 % respectivamente. La repetición que obtuvo la mayor mortalidad fue la numero cuatro con 17 plantas muertas o sea un 16 % de perdida. En términos promedios la mortalidad por tratamiento fue de 2 plantas, de forma global a nivel de vivero se dio un 10 % de mortalidad. El tratamiento que presento la mayor supervivencia fue el tratamiento No. 5 con un 95 %. La mejor repetición en supervivencia fue la No. 3 con 94 % del total de plantas evaluadas.

Cuadro 20 Comportamiento de la mortalidad de la balsa *Ochroma lagopus Sw.* en el vivero por tratamiento y repetición. Solentiname 1999.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Total	Media	%Muertas	%Vivas
No.1	0	3	1	4	8	2	10	90
No.2	4	8	0	3	15	3.75	18	82
No.3	3	2	1	3	9	2.25	11	89
No.4	2	0	0	4	6	1.5	7	93
No.5	1	1	1	1	4	1	5	95
Testigo	1	0	4	2	7	1.75	8	92
Total	11	14	7	17	49	2.04	10	90

Del Cuadro. 21 se deduce que la sobre vivencia total en el ensayo en la primera medición (15 DDS) fue de un 100 %. En la segunda evaluación (30 DDS) fue de un 96 % debido a lo daños provocados por (Babosa) *Vaginulos plebejus*, afectando un 4 % de las plantas del vivero, provocando afectaciones en las raíces y el tallo de las plantas. En la tercera evaluación (45 DDS) se obtuvo un 93 % de sobre vivencia y un 7 % de mortalidad. Para la

cuarta evaluación (60 DDS) se presentó un ataque de (Esperanza verde) *Schistocerca piceifrons* 2 % de afectación y de la *Vaginulos plebejus* afectando en un 1 % mas las plantas del vivero, provocando una mortalidad del 9 % y una sobre vivencia del 91 %. En la ultima evaluación (75 DDS) se obtuvo un 90 % de sobrevivencia y un 10 % de mortalidad.

Cuadro 21 Comportamiento de la mortalidad de la *O. lagopus* Sw. en el vivero por tratamiento y tiempo de medición. Solentiname 1999.

Tratamiento	15/días	30/días	45/días	60/días	75/días
<i>No.1</i>	0	6	6	7	8
<i>No.2</i>	0	4	12	15	15
<i>No.3</i>	0	4	5	8	9
<i>No.4</i>	0	1	4	6	6
<i>No.5</i>	0	1	3	4	4
<i>Testigo</i>	0	3	4	6	7
<i>Total</i>	0	19	34	46	49
%	0	4	7	9	10

4.7 Sobrevivencia en plantación definitiva

Del cuadro. 22 se deduce que de 455 plantas de *Ochroma lagopus* Sw. que finalizaron la etapa de vivero, se tomaron 24 plantas para el calculo de biomasa, por lo cual solamente se evaluaron en el lugar definitivo 431 plantas de *O. Lagopus* Sw. Obteniéndose un 82 % de sobrevivencia y 18 % de mortalidad, debido al ataque de (Zompopos) *Atta cephalotes* (7 % de afectaciones), anegamiento de algunas áreas de siembra y de la manipulación de las plantas. Los tratamientos mejores en sobrevivencia fueron el numero uno y el cuatro

con 93 % y 91 % respectivamente, comparándolos con el tratamiento testigo (sexto) con un 68 % de sobrevivencia, representa un 20 % de diferencia o incremento. En el tratamiento cinco se presentó ataque de *Atta cephalotes* los cuales desfoliaron hojas tiernas y maduras, brotes terminales que en algunos caso provoco la muerte de las plantas. La repetición que presentó la mejor sobre vivencia fue la numero cuatro con 86 % y 14 % de mortalidad. La que presentó el porcentaje más bajo la numero uno con un 76 % de sobre vivencia y 24 % de mortalidad.

Cuadro 22 *Grado de mortalidad de la Ochroma lagopus Sw. un mes después de establecido en la plantación definitiva por tratamiento y repetición. Solentiname 1999.*

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Total	Media	% Muertas	% Vivas
<i>No.1</i>	2	1	2	0	5	1.25	7	93
<i>No.2</i>	3	2	4	1	10	2.5	15	85
<i>No.3</i>	5	0	3	7	15	3.75	20	80
<i>No.4</i>	3	3	1	0	7	1.75	9	91
<i>No.5</i>	6	8	4	3	21	5.25	26	74
<i>Testigo</i>	8	5	8	4	25	6.25	32	68
Total	27	19	22	15	83	3.46	18	82

El Cuadro 23 nos refleja que de las 504 plantas de *Ochroma lagopus Sw.* que inicialmente entraron en la fase de evaluación de vivero y plantación definitiva, se obtuvo un 90 % de sobre vivencia y 10 % de mortalidad en vivero. En el área definitiva 82 % de sobrevivencia y 18 % de mortalidad. En términos globales la sobre vivencia fue de 74 % y la mortalidad de 26 %, lo cual se considera un resultado bueno desde el punto de vista de costo de producción. Los mejores tratamientos fueron el numero uno y el cuatro con un 85 % y 85

% de sobre vivencia, en comparación con el tratamiento testigo (sexto) 62 % de sobre vivencia representa una diferencia o incremento de un 12 %.

Cuadro 23 *Sobrevivencia en vivero, plantación definitiva y global de la Ochroma lagopus Sw. Para cada uno de los tratamientos. Solentiname 1999.*

Tratamiento	Vivero	Plantación Definitiva	% Supervivencia	% Muertas
<i>No.1</i>	76	71	85	15
<i>No.2</i>	69	59	70	30
<i>No.3</i>	75	60	71	29
<i>No.4</i>	78	71	85	15
<i>No.5</i>	80	59	70	30
<i>Testigo</i>	77	52	62	38
<i>Total</i>	455	372	74	26

Cuadro 24 Plagas que se presentaron en el desarrollo y crecimiento de la *Ochroma lagopus* Sw. Solentiname 1999.

Etapas	Nombre Común	Nombre Científico	Orden	Familia	Daños
Vivero	Babosa	<i>Vaginulos plebejus</i>	Molusco	Limacidae	Raspan las raíces, base y tallo de la plántulas
	Hormiga	<i>Acromyrmex striatus</i>	Hymenoptera	Formicidae	Succionan sustancia de las semillas recién sembradas
	Afidos	<i>Aphis spp</i>	Homóptera	Aphididae	Succionan savia de hojas y tallos
	Saltamonte	<i>Schistocerca piceifrons</i>	Saltatoria	Acrididae	Desfoliadoras de hojas y Rebrotos tiernos
Plantación	Zompopos	<i>Atta cephalotes</i>	Hymenoptera	Formicidae	Cortan brotes terminales, hojas tiernas y maduras

Fuente : Manual de Consulta y Guía de Campo (CATIE 1991).

V CONCLUSIONES.

- Los mejores tratamientos pre germinativos aplicados a balsa (*Ochroma lagopus S*) consistieron en : escarificación con lija hasta que pierdan el brillo, luego se sumergió en agua hirviendo un minuto, posteriormente se dejó reposar las semillas en agua 24 horas; una vez concluido ese tiempo se trasladaron a los germinadores; y sumergir las semillas en agua hirviendo, por espacio de tres minutos, se apaga la fuente de calor y se deja enfriar en el agua 45 minutos, luego fueron trasladado a los germinadores. Con estos tratamiento se obtuvieron un porcentaje de germinación de 87 % y 85 % respectivamente.
- Con un nivel del 10 % de estiércol en el sustrato utilizado en las bolsas, se obtuvieron los mejores resultados en crecimiento, biomasa, y sobrevivencia de la balsa (*Ochroma lagopus Sw*) en vivero y plantación definitiva. El estiércol al 10% multiplicó por dos el rendimiento del estiércol al 20%, por tres al rendimiento de la mezcla (tierra zapote + estiércol), por cinco al rendimiento del guano (tierra zapote) y por siete al rendimiento del testigo.
- En la etapa de vivero la primera medición (15 DDS) el crecimiento en altura fue de 9.12 mm y en diámetro fue de 1.05 mm. Para el mejor tratamiento (70 % tierra + 20 % arena + 10 % estiércol) el crecimiento en altura fue de 10 mm y en diámetro fue de 1mm.
Para la segunda medición (30 DDS) el crecimiento promedio en altura fue de 29.3 mm y en diámetro fue 2.21 mm. Para el mejor tratamiento (70 % tierra + 20 % arena + 10 % estiércol) el crecimiento en altura fue de 32 mm, con un incremento de 22 mm y el diámetro presento un crecimiento de 2 mm, con un incremento de 1mm.
En la tercera medición (45 DDS) el crecimiento en altura fue de 148.23 mm y en diámetro fue de 4.86 mm. Para el mejor tratamiento (70 % tierra + 20 % arena + 10 % estiércol) el crecimiento en altura fue de 204 mm, con un incremento de 172

mm. el crecimiento en diámetro fue de 6 mm, con un incremento de 4 mm. En la cuarta medición (60 DDS) el crecimiento en altura fue de 465.36 mm y en diámetro fue 6.05 mm. Para el mejor tratamiento (70 % tierra + 20 % arena + 10 % estiércol) el crecimiento en altura fue de 630 mm lo que representa un incremento promedio de 426 mm. Para el diámetro el crecimiento fue de 8mm, con un incremento de 2 mm.

En la ultima medición (75 DDS) crecimiento en altura fue de 793.7 mm y en diámetro fue de 7.99mm. Para el mejor tratamiento (70 % tierra + 20 % arena + 10 % estiércol) el crecimiento en altura fue de 1068 mm, con un incremento de 438 mm. el crecimiento en diámetro fue de 10 mm y se incremento en 3 mm.

- Las plantas de la *Ochroma lagopus Sw* producidas en el vivero presentaron un índice de vigor muy bueno, con un crecimiento promedio en diámetro al final del ensayo de 8 mm.
- El tratamiento 70 % tierra + 20 % arena + 10 % estiércol fue el que presentó una mejor producción de Biomasa tanto en peso seco como en peso fresco, obtuvo 14.50 grs de peso seco y 127.71 grs de peso fresco respectivamente.
- En la etapa de vivero las plagas que afectaron fueron la Babosa *Vaginulus plebejus* con 5 % de afectación. La Esperanza verde *Schistocerca peceifrons* afectó 2 %. En plantación definitiva hubo ataque de Zompopo *Atta cephalotes*, afectó en un 7 %. En cuanto a las enfermedades no se registraron indicio alguno tanto en vivero como en la plantación definitiva.
- La *Ochroma lagopus Sw* en etapa de vivero presento un 90 % de sobre vivencia y 10 % de mortalidad. En la plantación definitiva el porcentaje de sobrevivencia fue de 82 %, con una mortalidad del 18 %. En la sobrevivencia final del estudio fue de 74 %, con una mortalidad de 26% respectivamente.

VI RECOMENDACIONES

- ❖ Difundir los resultados obtenidos en el estudio a los productores de la zona; mediante talleres, charlas, folletos y fichas técnicas.
- ❖ Proseguir con estudios en cuanto a costo de plantación, producción y comercialización de los productos derivados de la *Ochroma lagopus Sw.*
- ❖ En el establecimiento del vivero se recomienda utilizar bolsas con dimensiones de 30 x 20 cms, ya que se logra un buen crecimiento y desarrollo de la *Ochroma lagopus Sw.* y por ende disminuye el enraizamiento de las plantas.
- ❖ Realizar controles de plagas en el vivero y en la plantación utilizando producto de origen natural ya que la balsa *Ochroma lagopus Sw.* presenta síntomas de fitotoxidad si se le aplican insecticidas químicos.
- ❖ Realizar con cuidado las labores de transporte y manipulación de las plantas a l momento de realizar la plantación definitiva.
- ❖ Al momento de la siembra en la área definitiva, se deben utilizar estacas que le sirvan de apoyo a las plantas, lo cual permitirá desarrollar un tallo cilíndrico y recto.
- ❖ Para reducir los daños provocados por el *Atta cephalotes* se deben de realizar controles preventivos dentro y en lugares adyacentes al vivero y a la área de siembra definitiva.

VII BIBLIOGRAFIA.

- ANDREW, I.A.** 1979.b Evaluación y análisis. In Manual sobre Investigaciones de Especies y Procedencias con Referencias Especial a los Trópicos. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. Tropical Forestry Paper No 10. p 108-131.
- BAUCH, R.** 1993. Viveros Forestales. IRENA, Nota técnica No 28.
- BONNER & GALSTON.** 1967. Principios de la Fisiología Vegetal: Ed. Pueblo y Educación. 485pag.
- CASAYA, D.** 1965. Fertilizante. Tesis, Universidad de León, Nicaragua, s.d.t.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)** . 1991. Plagas y Enfermedades Forestales en América Central: Guía de Campo. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 261pag.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA , (CATIE)** . 1991. Plagas y Enfermedades Forestales en América Central: Manual de Consulta. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 261pag.
- CATASTRO.** 1978. Reconocimiento Edafológico de la región Sureste. 1er ed. Managua Nicaragua. 281pag.
- INSTITUTO FORESTAL LATINOAMERICANO.** 1988. Maderas Comerciales de Venezuela: Balso, Ficha Técnica No. 3, 2da edicion. Mérida Venezuela. Pag 21.
- JAVIER ANTONIO LOPEZ LARIOS.** 1991. Establecimiento de un ensayo Agroforestal: Cultivos en Callejones Zea Mays asociado con *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*. Trabajo de Diploma. Managua Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 36pag.
- JORGE HERRERA, RAMIRO ALIZAGA.** 1995. Ruptura de la latencia en semillas de balsa *Ochroma pyramidale*: Centro para Investigación en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica. San José. Volumen 13 No. 2. Pag. 34 -39.

- LAMPRECH, H.** 1990. Silvicultura en los Trópicos: Los Ecosistemas forestales en los bosque tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-, Traductor Antonio Carrillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 355pag.
- PEDROZA, H.** 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Managua, Nicaragua. Centro de Estudios de Ecodesarrollo para el Trópico. 226pag.
- SALAS, J.** 1993. Árboles de Nicaragua. 1era ed. Managua, Nicaragua. Hispamer. 123pag.
- SALCEDO, A. Y BARRETO, J. SF.** Abonos orgánicos naturales reforzados. In: Desde el surco, s,n,t 5 pp.
- TORRES G. Y ROJAS, F.** 1989. Efecto de enmiendas orgánicas en viveros forestales. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. 25pag.
- TRUJILLO, E.** Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. 1ra ed. 150 pag.
- MICHAEL PRODAN, ROLAND PETER, FERNANDO COX, PEDRO RAL.** 1997. Mensura Forestal: Serie Investigación y Educación en el Desarrollo Sostenible. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura(IICA), Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). 589 pag.
- MOJICA, F.** 1978. Abonos orgánicos, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Publicación No.11. Escuela de Ciencias Agrarias.
- VEGA, COREA. E. Y VANSINTJAN, G.** 1992. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG): La importancia de la materia orgánica y abonos orgánicos. folleto No 11, Managua, Nicaragua. Pág. 5.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis del modelo de regresión lineal y la prueba de Duncan para los diferentes tratamientos pregerminativos, aplicados a las semillas de balsa (*O. lagopus* Sw).

General Linear Models Procedure

Class Level Information
 Class Levels Values
 TRAT 5 1 2 3 4 5

Number of observations in data set = 25

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: GERMINA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	506.64000000	126.66000000	61.49	0.0001
Error	20	41.20000000	2.06000000		
Corrected Total	24	547.84000000			

R-Square C.V. Root MSE GERMINA Mean
 0.924796 10.97301 1.4352700 13.08000000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	506.64000000	126.66000000	61.49	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	506.64000000	126.66000000	61.49	0.0001

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: GERMINA

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 20 MSE= 2.06

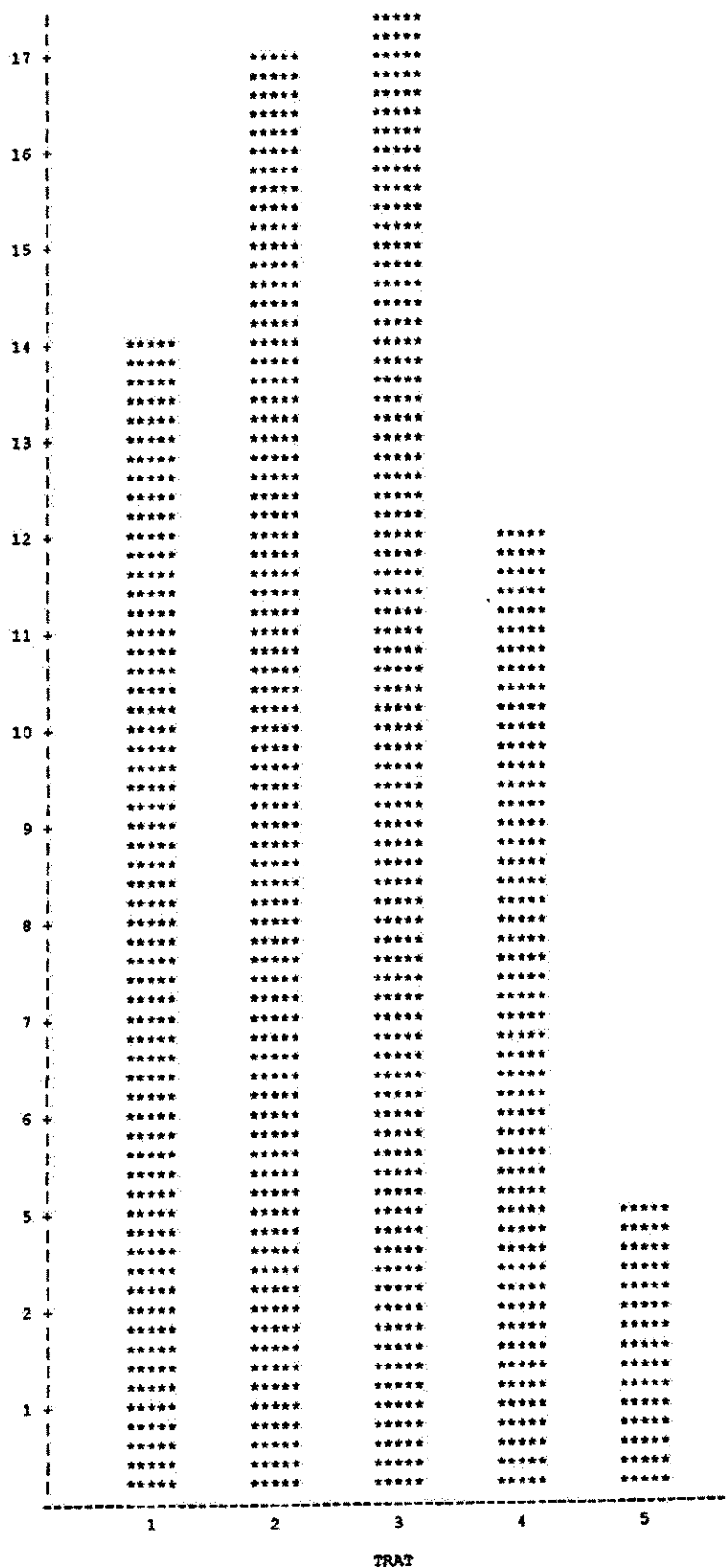
Number of Means 2 3 4 5
 Critical Range 1.891 1.986 2.051 2.090

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	17.400	5	3
A	17.000	5	2
B	14.000	5	1
C	12.000	5	4
D	5.000	5	5

MEAN OF GERMINA BY TRAT

GERMINA MEAN



Anexo 2. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura en los primeros 15 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

```

General Linear Models Procedure
  Class Level Information
    Class   Levels   Values
BLOQUE      4       1 2 3 4
TRAT        6       1 2 3 4 5 6

```

Number of observations in data set = 504

```

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ALT

Source          DF          Sum of Squares      Mean Square      F Value      Pr > F
Model            8          81.57936508        10.19742063        1.93        0.0530
Error           495          2608.79365079         5.27029020
Corrected Total  503          2690.37301587

              R-Square      C.V.      Root MSE      ALT Mean
              0.030323      25.16395      2.2957113      9.12301587

Source          DF      Type I SS      Mean Square      F Value      Pr > F
BLOQUE          3          7.46825397        2.48941799        0.47        0.7017
TRAT            5          74.11111111        14.82222222        2.81        0.0162

Source          DF      Type III SS      Mean Square      F Value      Pr > F
BLOQUE          3          7.46825397        2.48941799        0.47        0.7017
TRAT            5          74.11111111        14.82222222        2.81        0.0162

```

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 495 MSE= 5.27029

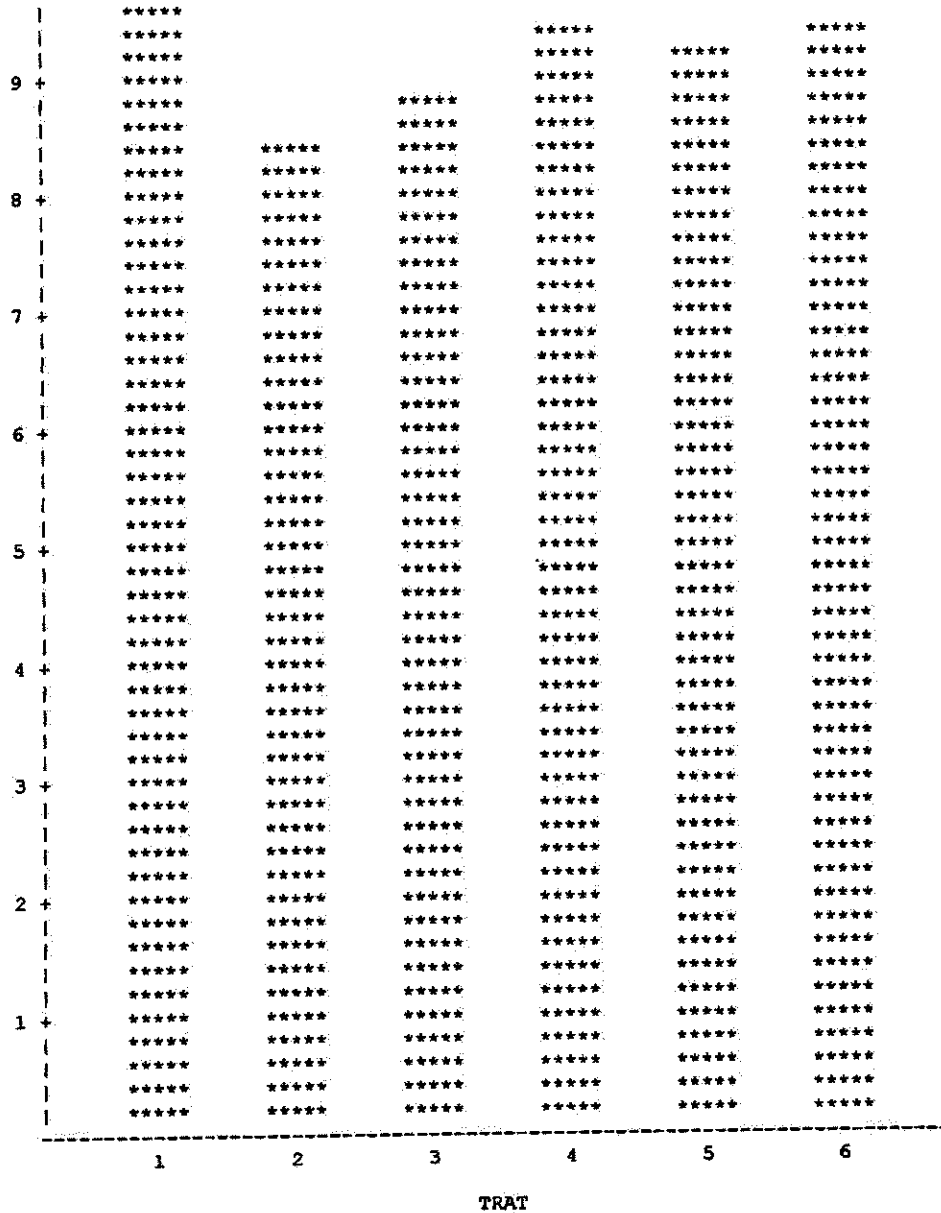
Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0.704	0.740	0.763	0.781	0.796

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	9.524	84	1
A			
A	9.440	84	6
A			
A	9.357	84	4
A			
A	9.167	84	5
B			
B	8.810	84	3
B			
B	8.440	84	2
B			

MEAN OF ALT BY TRAT

ALT MEAN



Anexo 3. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro en los 15 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 504

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	3.87982381	0.48497798	14.20	0.0001
Error	495	16.90928869	0.03416018		
Corrected Total	503	20.78911250			
	R-Square	C.V.	Root MSE		DAP Mean
	0.186628	17.51202	0.1848247		1.05541667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	3.59264821	1.19754940	35.06	0.0001
TRAT	5	0.28717560	0.05743512	1.68	0.1374
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	3.59264821	1.19754940	35.06	0.0001
TRAT	5	0.28717560	0.05743512	1.68	0.1374

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

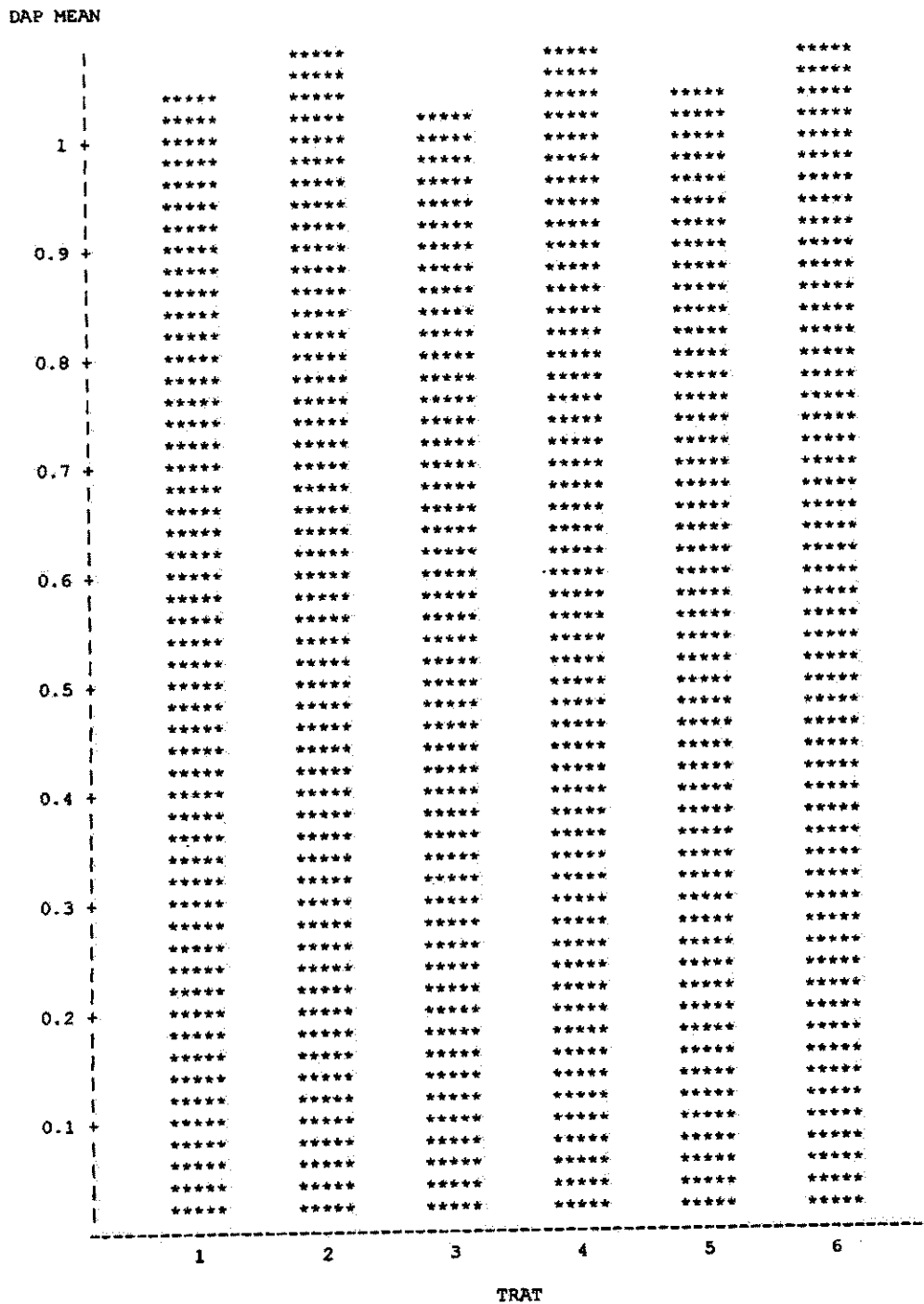
Alpha= 0.05 df= 495 MSE= 0.03416

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.0567	.0596	.0615	.0629	.0641

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	1.0821	84	4
A			
A	1.0798	84	6
A			
A	1.0730	84	2
A			
A	1.0405	84	5
A			
A	1.0369	84	1
A			
A	1.0202	84	3

MEAN OF DAP BY TRAT



Anexo 4. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura en los primeros 30 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4

TRAT	6	1 2 3 4 5 6
------	---	-------------

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ALT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	114.07071667	14.25883958	3.62	0.0153
Error	15	59.12677917	3.94178528		
Corrected Total	23	173.19749583			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean
0.658616	6.773677	1.9853930	29.31041667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	79.91784583	26.63928194	6.76	0.0042
TRAT	5	34.15287083	6.83057417	1.73	0.1878

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	79.91784583	26.63928194	6.76	0.0042
TRAT	5	34.15287083	6.83057417	1.73	0.1878

SAS 11

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 3.941785

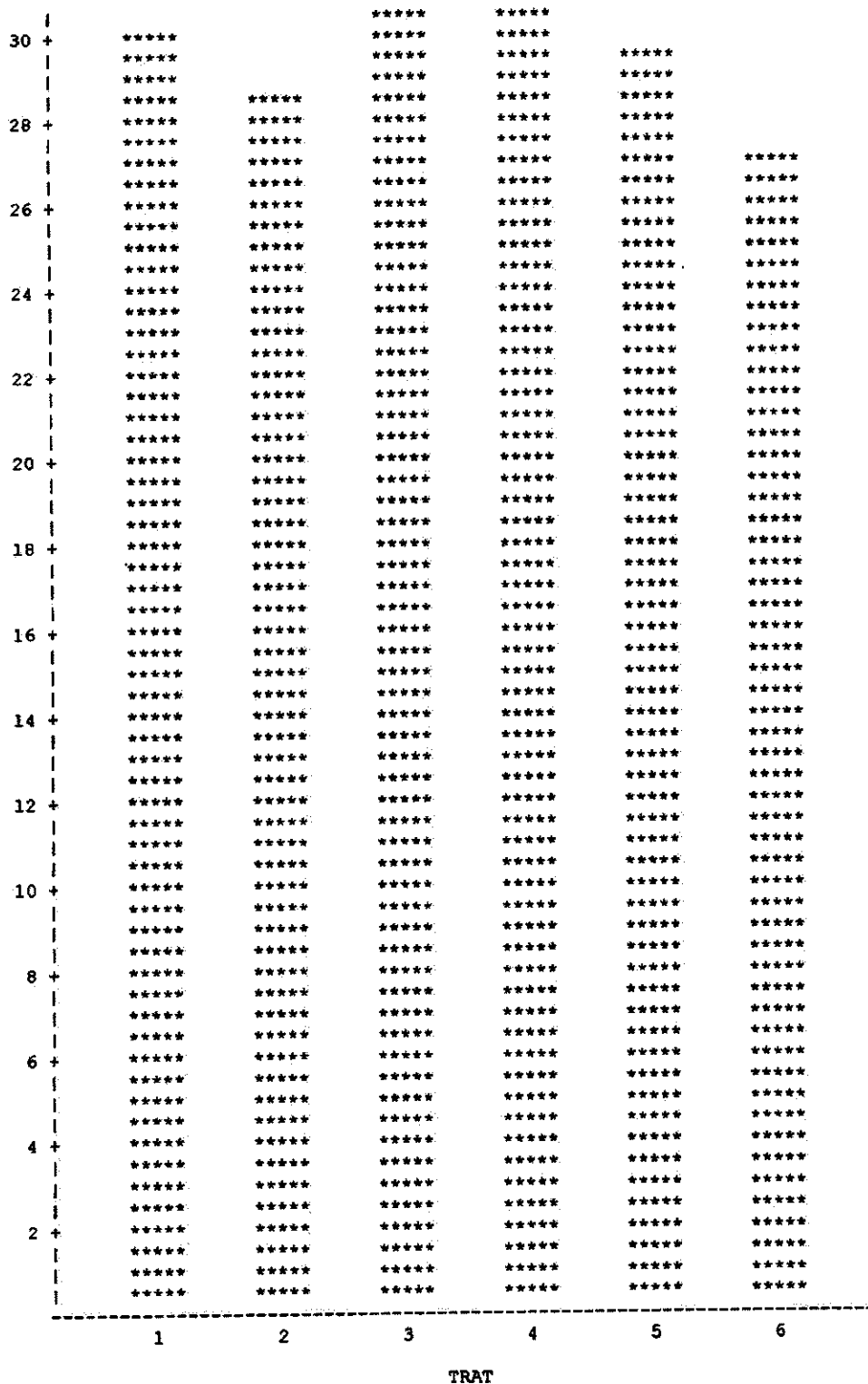
Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	2.987	3.133	3.234	3.289	3.331

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	30.535	4	4
A			
B	30.355	4	3
B			
B	30.000	4	1
B			
B	29.358	4	5
B			
B	28.497	4	2
B			
B	27.117	4	6

MEAN OF ALT BY TRAT

ALT MEAN



Anexo 5. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro en los primeros 30 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.39698333	0.04962292	1.31	0.3117
Error	15	0.56967917	0.03797861		
Corrected Total	23	0.96666250			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.410674	8.813161	0.1948810	2.21125000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	0.23824583	0.07941528	2.09	0.1444
TRAT	5	0.15873750	0.03174750	0.84	0.5444

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	0.23824583	0.07941528	2.09	0.1444
TRAT	5	0.15873750	0.03174750	0.84	0.5444

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

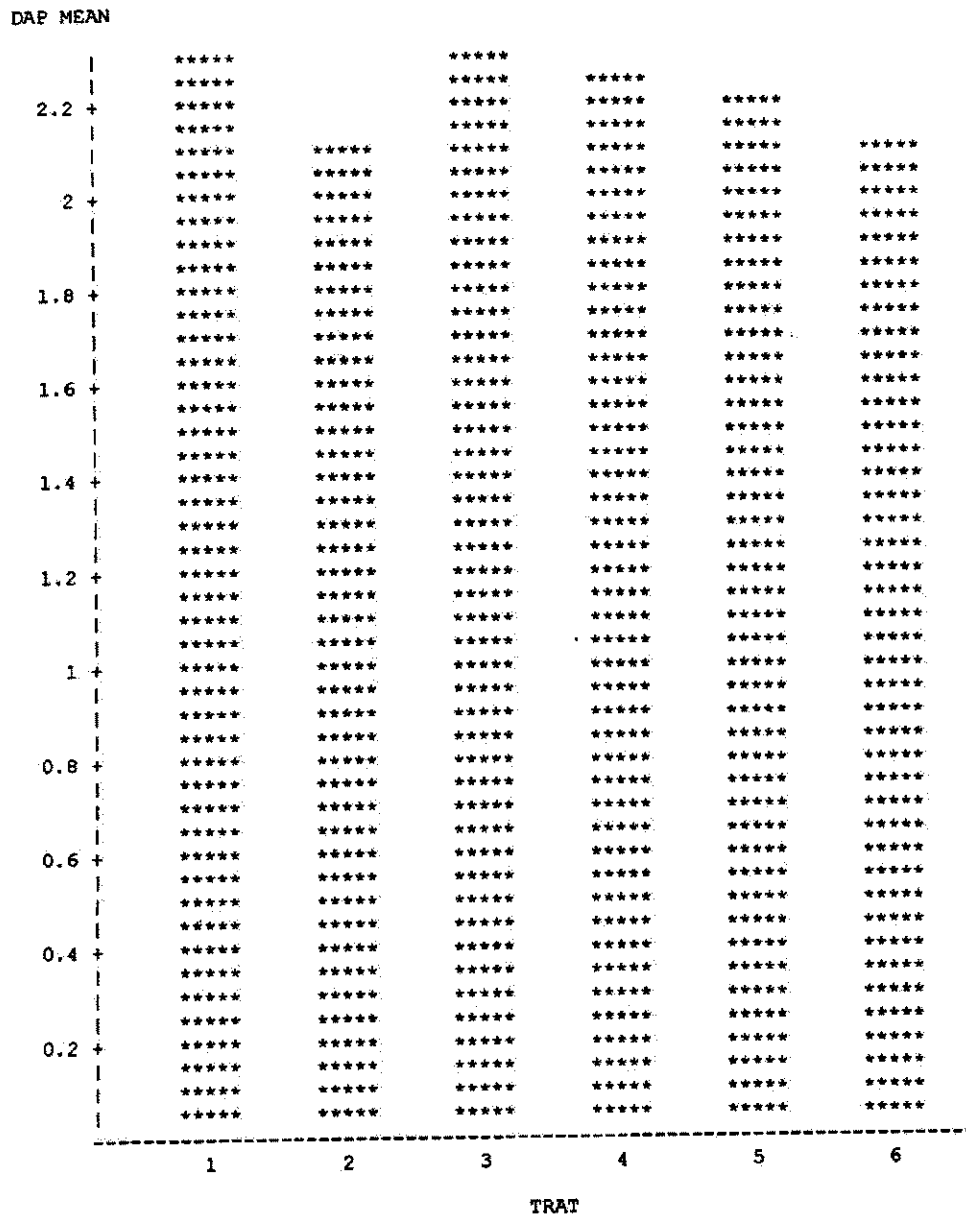
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.037979

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0.293	0.308	0.317	0.323	0.327

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	2.313	4	1
A	2.290	4	3
A	2.230	4	4
A	2.223	4	5
A	2.125	4	6
A	2.088	4	2

MEAN OF DAP BY TRAT



Anexo 6. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura a los 45 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ALT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	15071.324367	1883.915546	4.09	0.0091
Error	15	6905.342329	460.356155		
Corrected Total	23	21976.666696			
R-Square		C.V.	Root MSE	ALT Mean	
0.685788		14.47470	21.455912	148.2304167	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	2088.317646	696.105882	1.51	0.2520
TRAT	5	12983.006721	2596.601344	5.64	0.0040
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	2088.317646	696.105882	1.51	0.2520
TRAT	5	12983.006721	2596.601344	5.64	0.0040

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: ALT

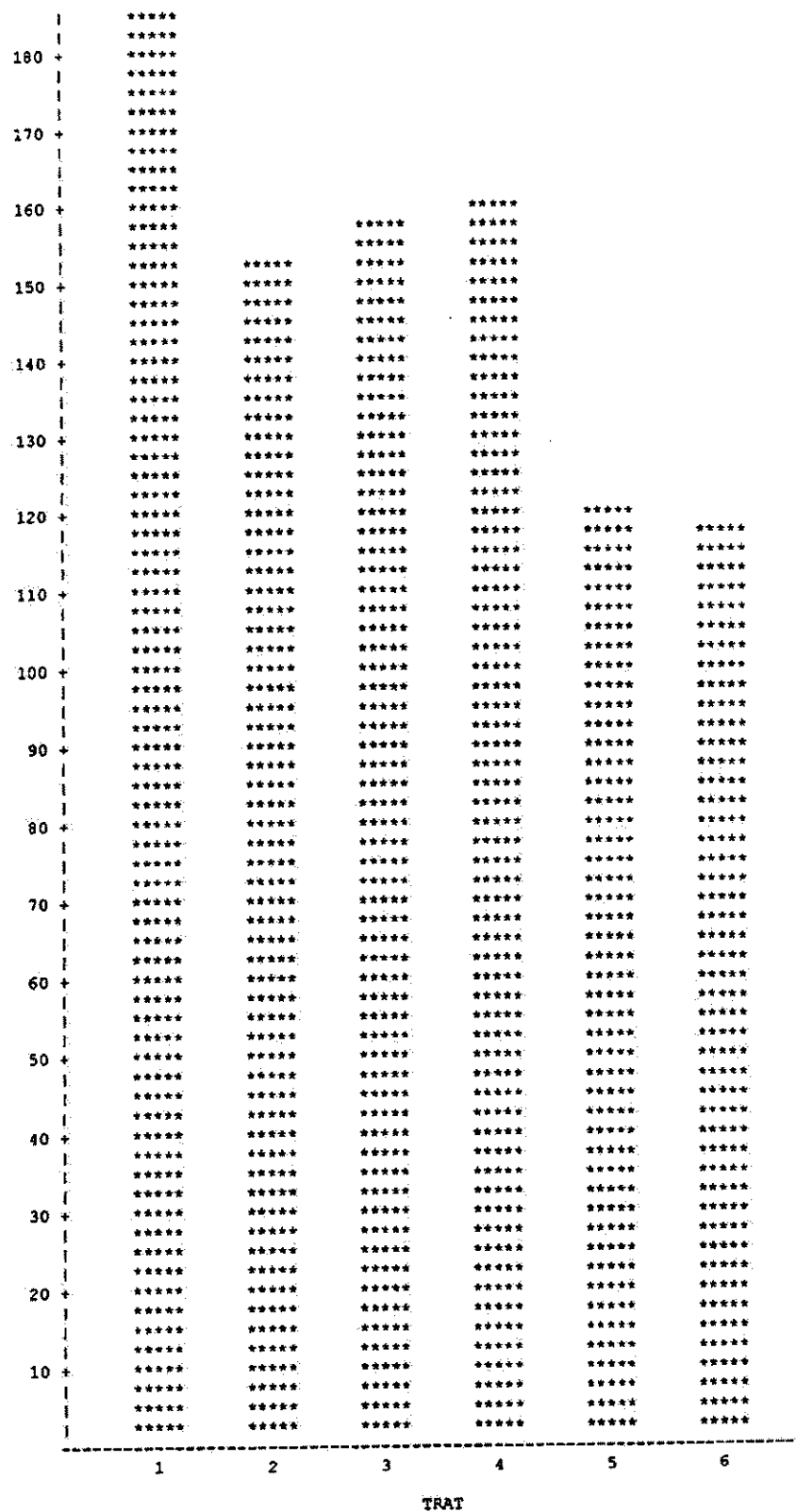
NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 460.3562

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	32.28	33.86	34.95	35.54	36.00

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping		Mean	N	TRAT
	A	184.29	4	1
	A			
	A	159.53	4	4
	A			
	A	156.66	4	3
	A			
B	A	151.31	4	2
B				
B	C	120.35	4	5
	C			
	C	117.24	4	6



Anexo 7. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro a los 45 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	3.92461667	0.49057708	1.70	0.1793
Error	15	4.33327917	0.28888528		
Corrected Total	23	8.25789583			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.475256	11.04317	0.5374805	4.86708333

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	0.68054583	0.22684861	0.79	0.5206
TRAT	5	3.24407083	0.64881417	2.25	0.1031

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	0.68054583	0.22684861	0.79	0.5206
TRAT	5	3.24407083	0.64881417	2.25	0.1031

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

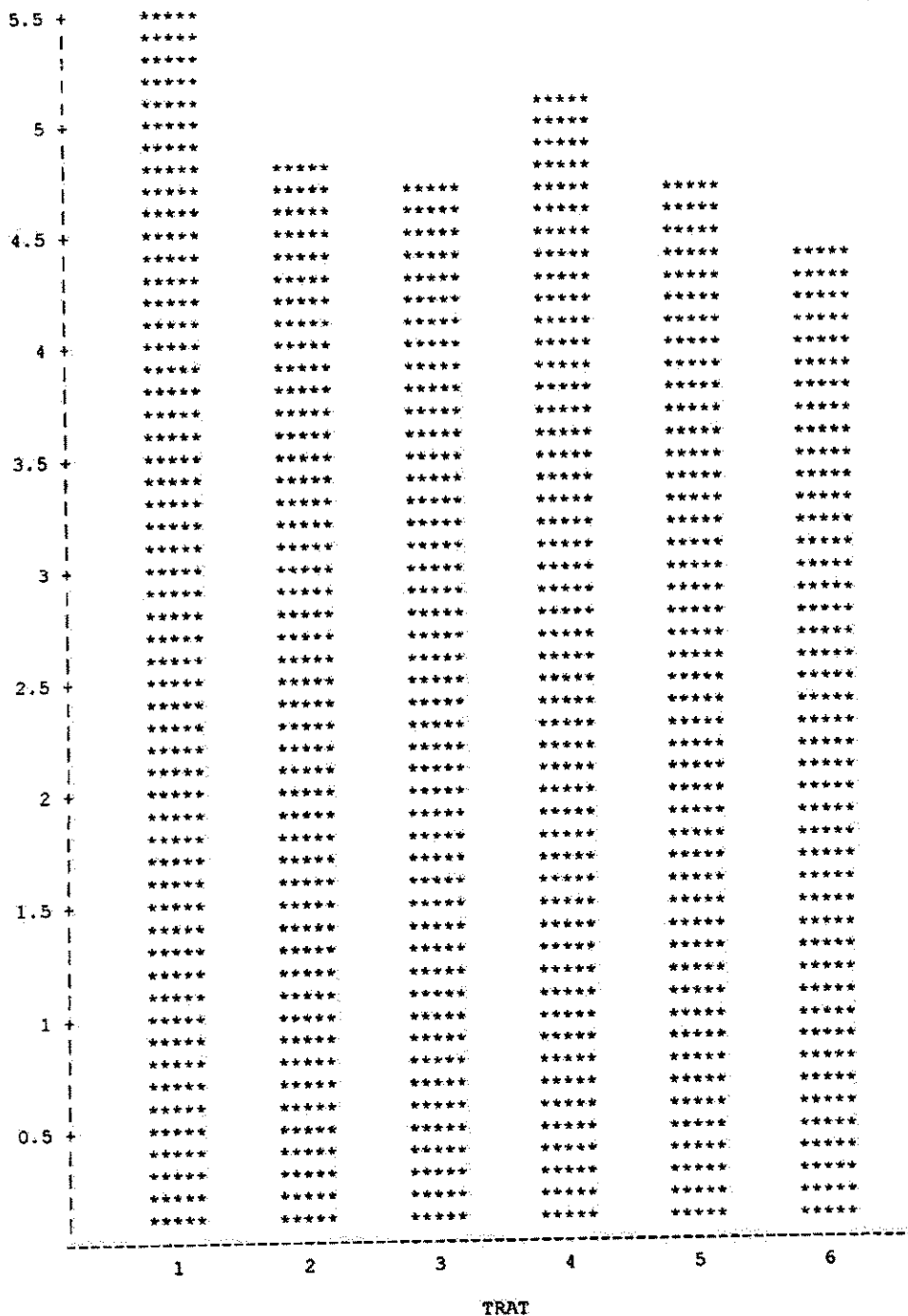
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.288885

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0.809	0.848	0.875	0.890	0.902

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	5.537	4	1
A			
B	5.105	4	4
B			
B	4.770	4	2
B			
B	4.742	4	3
B			
B	4.673	4	5
B			
B	4.375	4	6
B			

DAP MEAN



□

Anexo 8. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura a los 60 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ALT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	78197.102283	9774.637785	1.89	0.1367
Error	15	77497.634013	5166.508934		
Corrected Total	23	155694.736296			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean
0.502246	15.44553	71.878432	465.3670833

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	13033.120012	4344.373337	0.84	0.4925
TRAT	5	65163.982271	13032.796454	2.52	0.0755

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	13033.120012	4344.373337	0.84	0.4925
TRAT	5	65163.982271	13032.796454	2.52	0.0755

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 5166.509

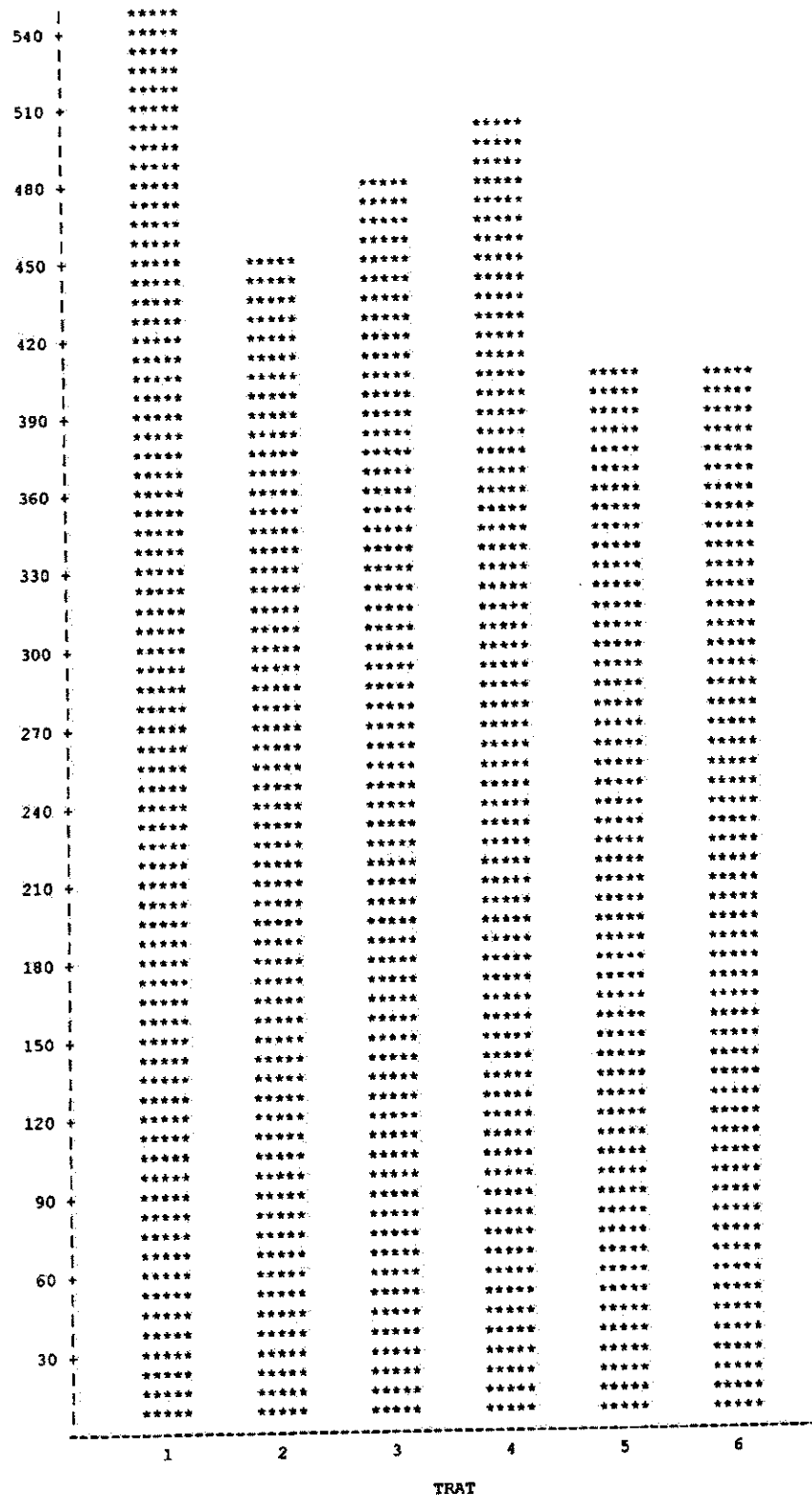
Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	108.1	113.4	117.1	119.1	120.6

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	549.28	4	1
A			
B	501.67	4	4
B			
B	483.69	4	3
B			
B	447.20	4	2
B			
B	408.34	4	5
B			
B	402.02	4	6

MEAN OF ALT BY TRAT

ALT MEAN



Anexo 9. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro a los 60 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	8.47301667	1.05912708	2.74	0.0441
Error	15	5.79938333	0.38662556		
Corrected Total	23	14.27240000			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.593664	10.26907	0.6217922	6.05500000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	0.83896667	0.27965556	0.72	0.5536
TRAT	5	7.63405000	1.52681000	3.95	0.0174

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	0.83896667	0.27965556	0.72	0.5536
TRAT	5	7.63405000	1.52681000	3.95	0.0174

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: DAP

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.386626

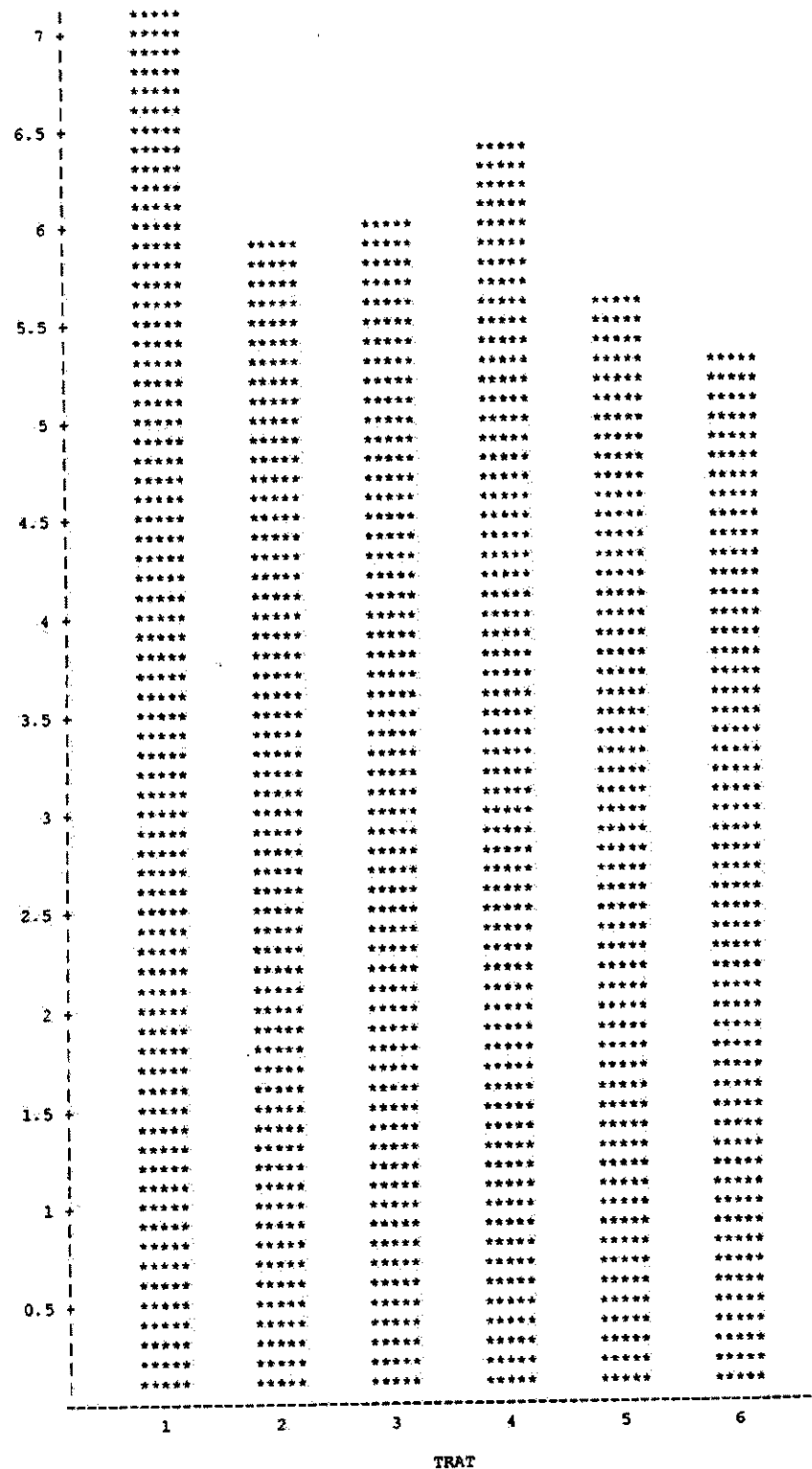
Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0.935	0.981	1.013	1.030	1.043

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	7.060	4	1
A			
B	6.407	4	4
B			
B	6.012	4	3
B			
B	5.940	4	2
B			
B	5.595	4	5
B			
C			
C	5.315	4	6

MEAN OF DAP BY TRAT

DAP MEAN



□

Anexo 10. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para la altura a los 75 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ALT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	249415.38573	31176.92322	2.24	0.0849
Error	15	208835.16587	13922.34439		
Corrected Total	23	458250.55160			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALT Mean
0.544277	14.86582	117.99298	793.7200000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	60614.99983	20204.99994	1.45	0.2676
TRAT	5	188800.38590	37760.07718	2.71	0.0613

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	60614.99983	20204.99994	1.45	0.2676
TRAT	5	188800.38590	37760.07718	2.71	0.0613

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: ALT

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

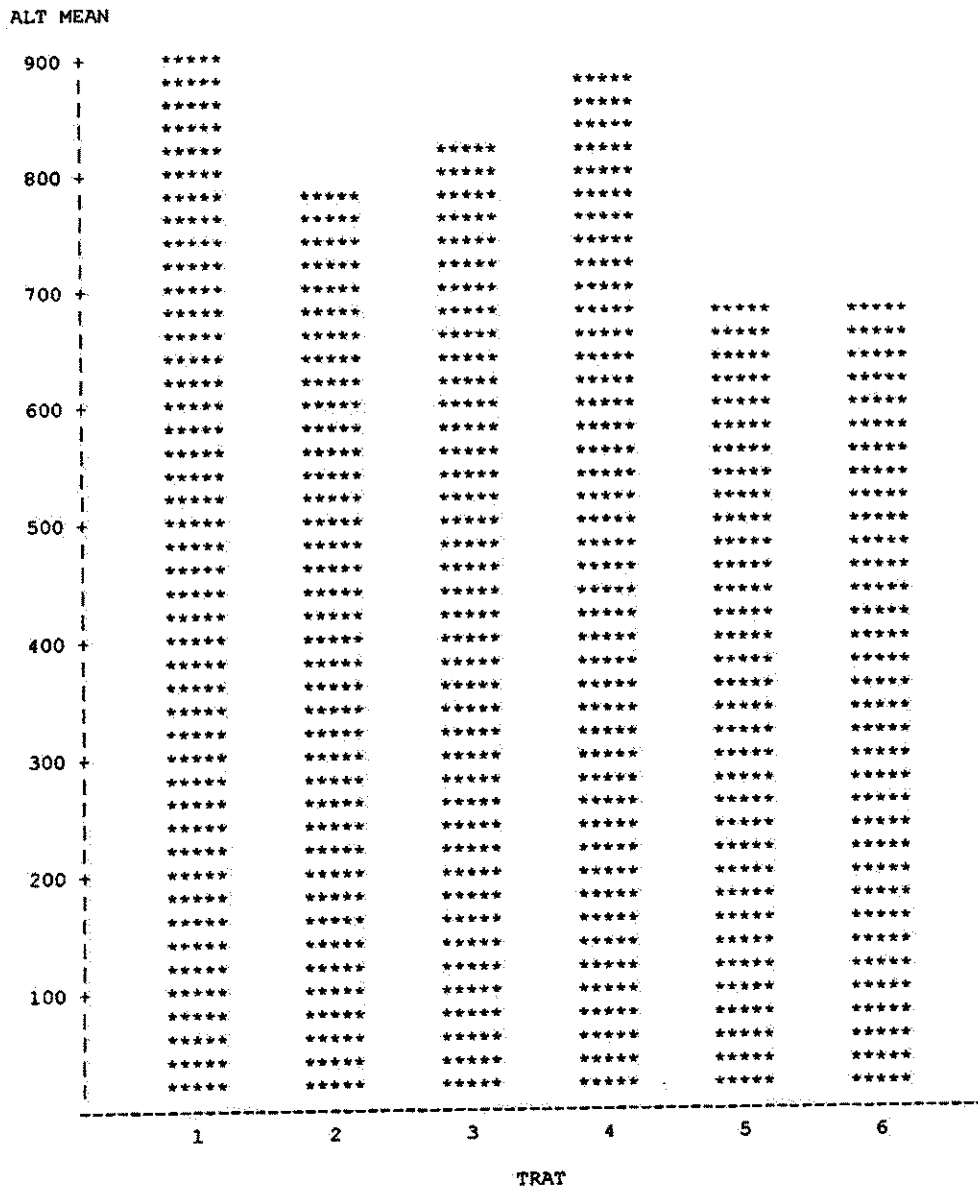
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 13922.34

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	177.5	186.2	192.2	195.5	198.0

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	907.14	4	1
A			
A	883.15	4	4
A			
B	821.43	4	3
B			
B	788.98	4	2
B			
B	685.66	4	5
B			
B	675.95	4	6

MEAN OF ALT BY TRAT



Anexo 11. análisis del modelo de regresión lineal y el análisis de la prueba de Duncan para el diámetro a los 75 días después de siembra, aplicados a los 6 tratamientos.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLOQUE	4	1 2 3 4
TRAT	6	1 2 3 4 5 6

Number of observations in data set = 24

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	18.67783333	2.33472917	2.04	0.1112
Error	15	17.16015000	1.14401000		
Corrected Total	23	35.83798333			

R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean
0.521174	13.37119	1.0695840	7.99916667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	5.18535000	1.72845000	1.51	0.2523
TRAT	5	13.49248333	2.69849667	2.36	0.0907

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQUE	3	5.18535000	1.72845000	1.51	0.2523
TRAT	5	13.49248333	2.69849667	2.36	0.0907

General Linear Models Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: DAP

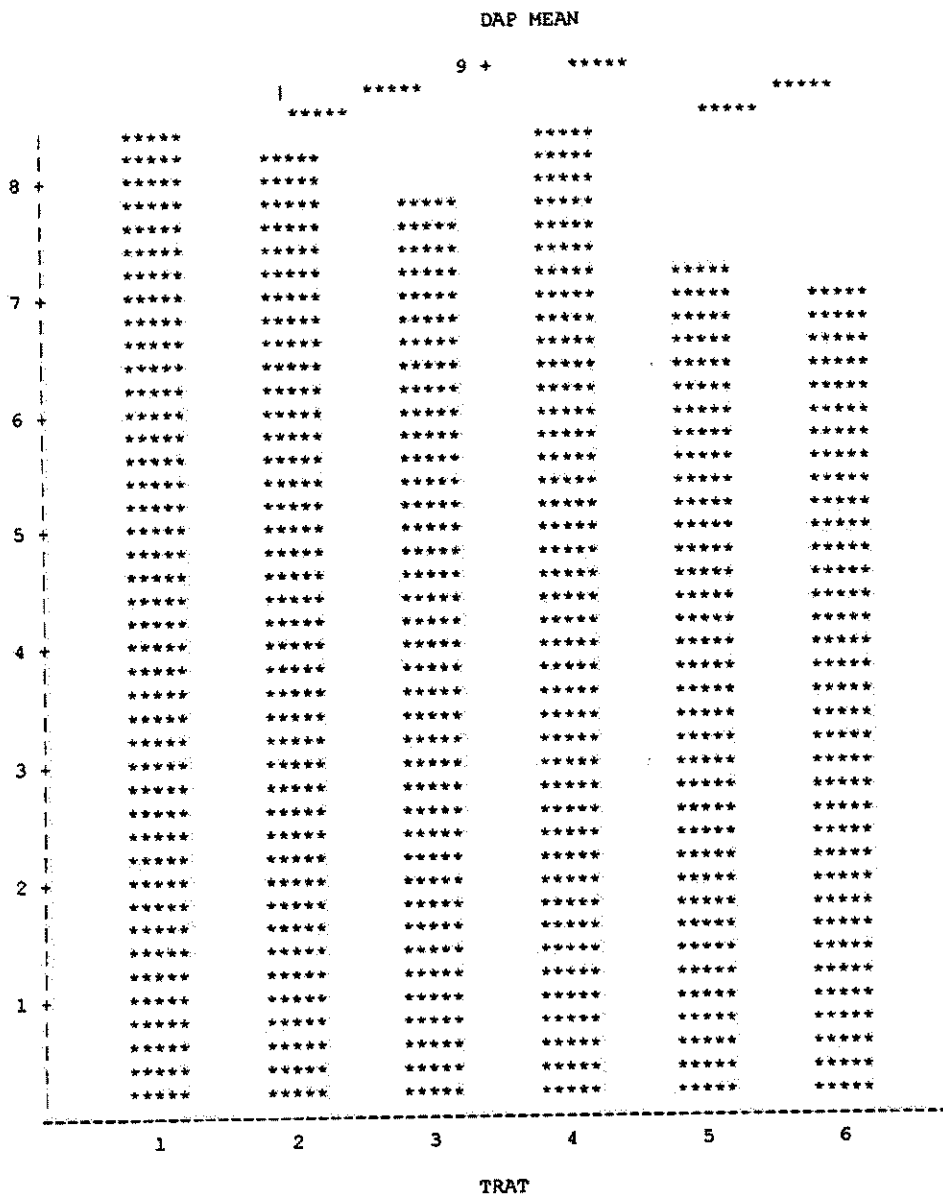
NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 1.14401

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.609	1.688	1.742	1.772	1.795

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	8.998	4	1
A			
B	8.760	4	4
B			
B	8.240	4	2
B			
B	7.833	4	3
B			
B	7.207	4	5
B			
C	6.957	4	6
C			



Anexo 12. aplicación del modelo de regresión cuadrático para la altura del tratamiento uno.

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 374

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ALTURA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	58933312.164	29466656.082	5724.72	0.0001
Error	371	1909635.294	5147.265		
Corrected Total	373	60842947.457			

R-Square	C.V.	Root MSE	ALTURA Mean
0.968614	19.90196	71.744442	360.4893048

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	52540715.926	52540715.926	10207.50	0.0001
EDAD*EDAD	1	6392596.237	6392596.237	1241.94	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	1119464.9660	1119464.9660	217.49	0.0001
EDAD*EDAD	1	6392596.2373	6392596.2373	1241.94	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	121.1458396	7.05	0.0001	17.18921947
EDAD	-13.1560790	-14.75	0.0001	0.89209167
EDAD*EDAD	0.3473012	35.24	0.0001	0.00985498

UNIVARIATE PROCEDURE

Variable=RESIDUOS

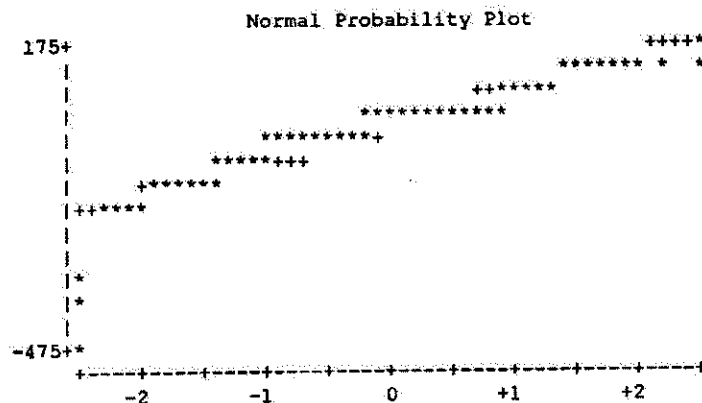
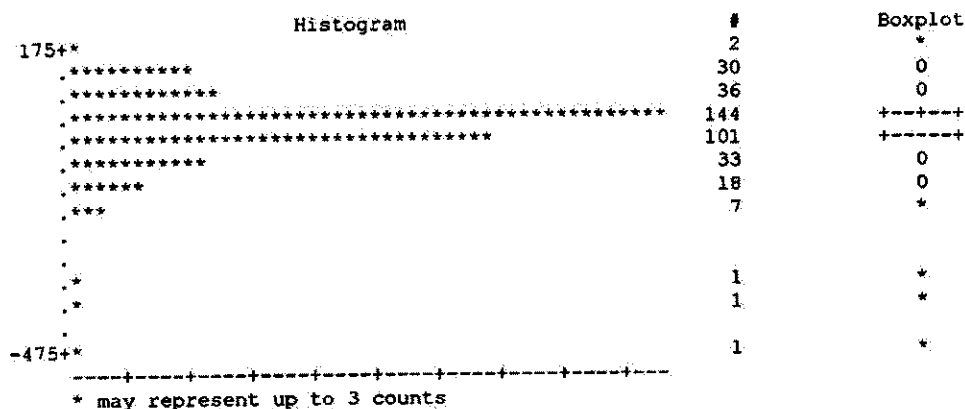
Moments

N	374	Sum Wgts	374
Mean	0	Sum	0
Std Dev	71.55184	Variance	5119.666
Skewness	-1.42024	Kurtosis	7.361115
USS	1909635	CSS	1909635
CV	.	Std Mean	3.699858
T:Mean=0	0	Prob>|T|	1.0000
Sgn Rank	1543.5	Prob>|S|	0.4614
Num ^= 0	374		
W:Normal	0.893661	Prob<W	0.0

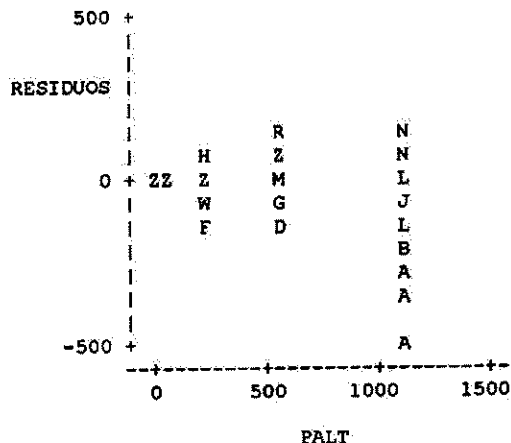
Quantiles(Def=5)

100% Max	177.9348	99%	137.9348
75% Q3	21.99112	95%	111.9911
50% Med	5.052587	90%	91.99112
25% Q1	-19.0345	10%	-82.0652
0% Min	-468.009	5%	-122.407
		1%	-188.009
Range	645.9436		
Q3-Q1	41.02562		
Mode	8.052587		

Lowest	Obs	Highest	Obs
-468.009(	324)	137.9348(	283)
-378.009(	327)	137.9348(	288)
-318.009(	318)	147.9348(	249)
-188.009(	336)	157.9348(	284)
-188.009(	326)	177.9348(	269)

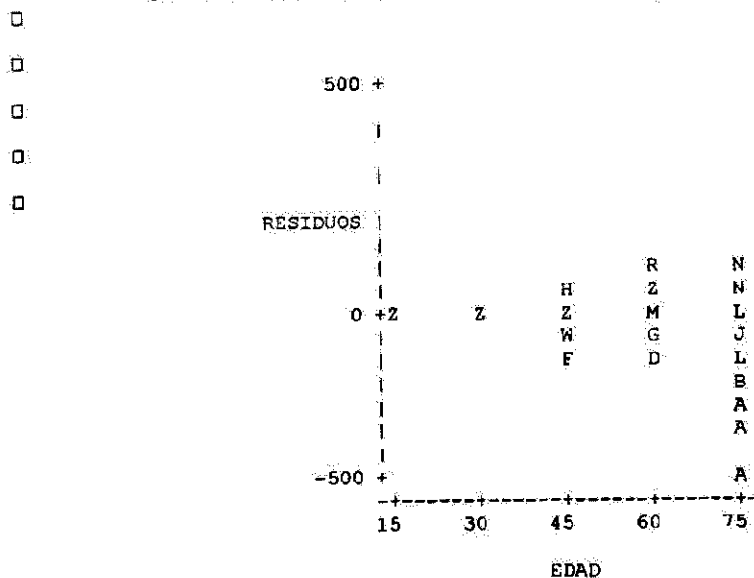


Plot of RESIDUOS*PALT. Legend: A = 1 obs, B = 2 obs, etc.



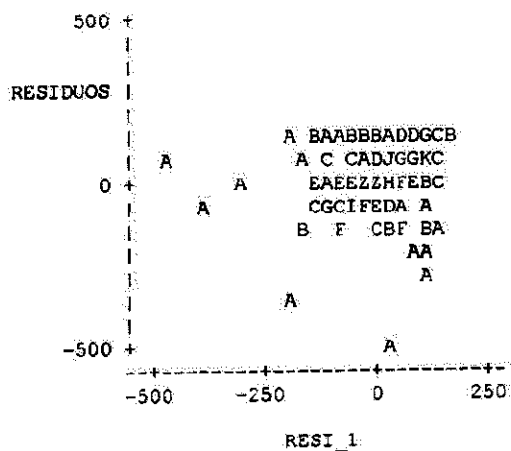
NOTE: 124 obs hidden.

Plot of RESIDUOS*EDAD. Legend: A = 1 obs, B = 2 obs, etc.



NOTE: 124 obs hidden.

Plot of RESIDUOS*RESI_1. Legend: A = 1 obs, B = 2 obs, etc.



NOTE: 1 obs had missing values. 130 obs hidden.

□

Anexo 13.aplicación del modelo de regresión cúbico para el diámetro del tratamiento uno.

General Linear Models Procedure

Number of observations in data set = 379

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: DAP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4451.7391423	1483.9130474	1155.52	0.0001
Error	375	481.5746835	1.2841992		
Corrected Total	378	4933.3138259			
	R-Square	C.V.	Root MSE	DAP Mean	
	0.902383	21.29256	1.1332251	5.32216359	

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	4429.0684140	4429.0684140	3448.90	0.0001
EDAD*EDAD	1	2.9452474	2.9452474	2.29	0.1308
EDAD*EDAD*EDAD	1	19.7254809	19.7254809	15.36	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	2.00655317	2.00655317	1.56	0.2121
EDAD*EDAD	1	21.21614060	21.21614060	16.52	0.0001
EDAD*EDAD*EDAD	1	19.72548092	19.72548092	15.36	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > |T|	Std Error of Estimate
INTERCEPT	0.8598372109	1.37	0.1716	0.62773570
EDAD	-.0691433924	-1.25	0.2121	0.05531482
EDAD*EDAD	0.0055988675	4.06	0.0001	0.00137747
EDAD*EDAD*EDAD	-.0000399268	-3.92	0.0001	0.00001019

UNIVARIATE PROCEDURE

Variable=RESIDUO

Moments

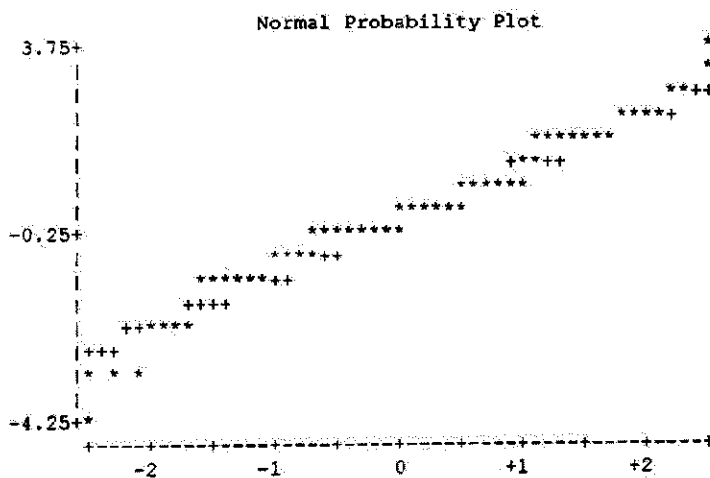
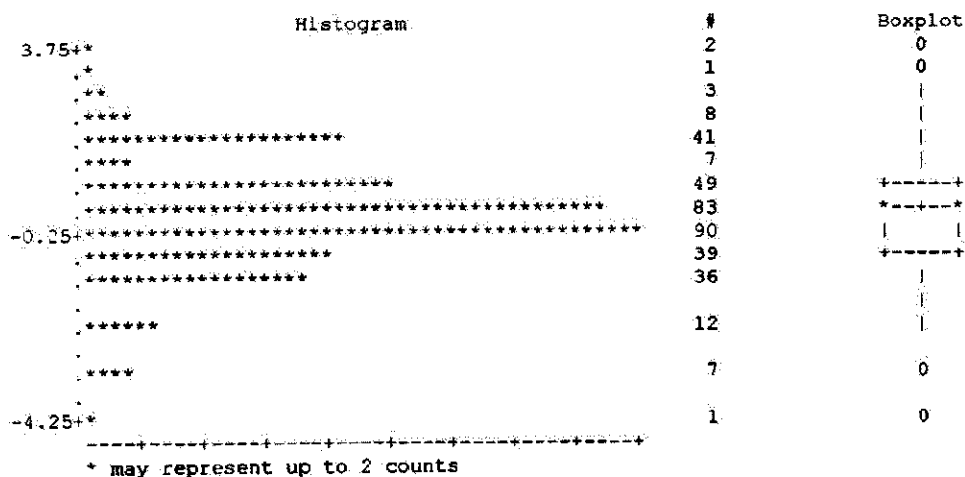
N	379	Sum Wgts	379
Mean	0	Sum	0
Std Dev	1.128719	Variance	1.274007
Skewness	-0.2007	Kurtosis	1.34208
USS	481.5747	CSS	481.5747
CV	.	Std Mean	0.057978
T:Mean=0	0	Prob>|T|	1.0000
Sgn Rank	701	Prob>|S|	0.7430
Num ^= 0	379		
W:Normal	0.963127	Prob<W	0.0001

Quantiles (Def=5)

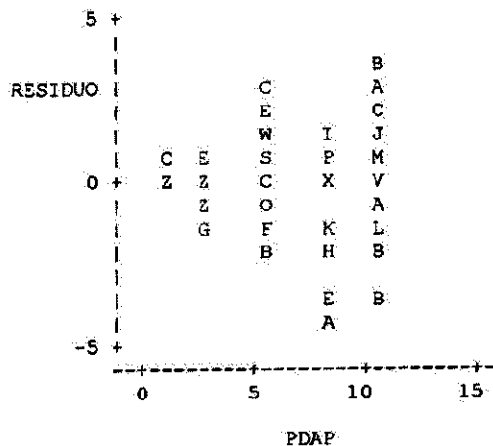
100% Max	3.676397	99%	2.552236
75% Q3	0.676397	95%	1.757027
50% Med	0.052321	90%	1.552236
25% Q1	-0.74649	10%	-1.3236
0% Min	-4.24297	5%	-2.24297
		1%	-3.24297
Range	7.91937		
Q3-Q1	1.42289		
Mode	-0.74649		

Extremes

Lowest	Obs	Highest	Obs
-4.24297(	262)	2.552236(	214)
-3.3236(	328)	2.552236(	231)
-3.3236(	322)	3.176397(	342)
-3.24297(	295)	3.676397(	324)
-3.24297(	270)	3.676397(	341)

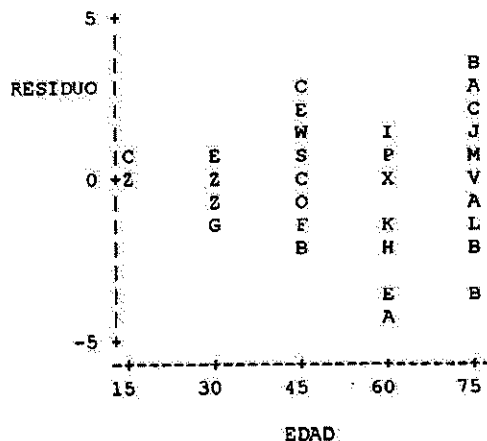


Plot of RESIDUO*PDAP. Legend: A = 1 obs, B = 2 obs, etc.



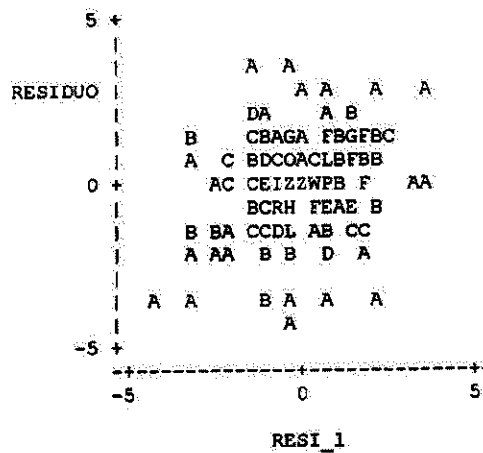
NOTE: 68 obs hidden.

Plot of RESIDUO*EDAD. Legend: A = 1 obs, B = 2 obs, etc.



NOTE: 68 obs hidden.

Plot of RESIDUO*RESI_1. Legend: A = 1 obs, B = 2 obs, etc.



NOTE: 1 obs had missing values. 38 obs hidden.

□

Formato utilizado para la evaluación del crecimiento de la balsa en vivero

Registro de datos del vivero de balsa

Tratamiento:

Repetición:

Fecha de medición:

Anotador:

Numero de la planta	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

